

5. Ergebnisse

5.1. Morphologische und sonomorphologische Untersuchungen des Geschlechtstraktes

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der morphologischen und sonomorphologischen Untersuchungen nach Geschlechtern getrennt dargestellt. Ein artübergreifender Vergleich der sonomorphologischen Untersuchungen ermöglicht es, Rückschlüsse über die Größe der Organe unter dem Einfluss der Saisonalität bzw. des Reproduktionsstatus zu erarbeiten.

Die Berechnung der Volumen von Ampulla, Prostata und Ovarien erfolgt anhand eines Rotationsellipsoids gemäß der Formel von Bercovitch (1989) ($V = 1/6 \pi d_1^2 \times d_2$).

Zur artübergreifenden Vergleichbarkeit der Daten ist die Größe der Organe (Durchmesser bzw. Volumen) ins Verhältnis zum Körpergewicht gesetzt ([mm/100 kg] bzw. [ccm/100 kg]). Entsprechend sind in den Abbildungen zu den sonomorphologischen Untersuchungen die Messwerte in Bezug zum Körpergewicht [kg] der Tiere dargestellt.

Zur Darstellung saisonaler Größenveränderungen der Organe während der verschiedenen Reproduktionsphasen werden die Einzelwerte innerhalb einer Art in Relation zueinander gesetzt. Als Relativ (=1) wird bei den Männchen die „Ruhezeit“ gewählt, bei den Weibchen das Stadium „nicht trächtig“, beziehungsweise „Anöstrus“ beim Großen Panda (siehe 5.1.2.1). In diesen Stadien wurden die meisten Untersuchungen durchgeführt; somit ist der kleinste Standardfehler zu erwarten. In dieser Auswertung werden die Messdaten nicht in Bezug zum Körpergewicht gesetzt, da dieses mit den Reproduktionsphasen saisonal schwankt.

Auf die Beschreibung der sonographischen Darstellung der Organe wird an dieser Stelle verzichtet, da dies bereits bei Göritz *et al.* (1997), Knauf *et al.* (2002a, b) und Quest (2001) geschehen ist.

Die Messergebnisse der einzelnen Bären sind detailliert in Anhang 4 aufgeführt. Die Tabellen dieses Kapitels sind nach zunehmendem Durchschnittsgewicht der Tiere sortiert.

5.1.1. Männchen

Bei der Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane kommt den Hoden und den akzessorischen Geschlechtsdrüsen Ampulla und Prostata besondere Aufmerksamkeit zu (Abb. 5-1). Diese werden sowohl interspezifisch als auch saisonal miteinander verglichen. Hierfür liegen 27 Untersuchungsergebnisse von 17 Bären aus sieben Arten vor (siehe Anhang 4).

Zur Validierung der Messwerte der Ultraschalluntersuchungen werden präparative Vermessungen der Reproduktionsorgane durchgeführt. Die daraus resultierenden Abweichungen liegen zwischen 3,91 % und 39,0 % (Tab. 5-1). Im Rahmen der methodischen Möglichkeiten entsprechen die Messungen mittels Ultraschall somit den Messwerten aus den Sektionen in hohem Maße und können somit für die weiteren Auswertungen verwendet werden.

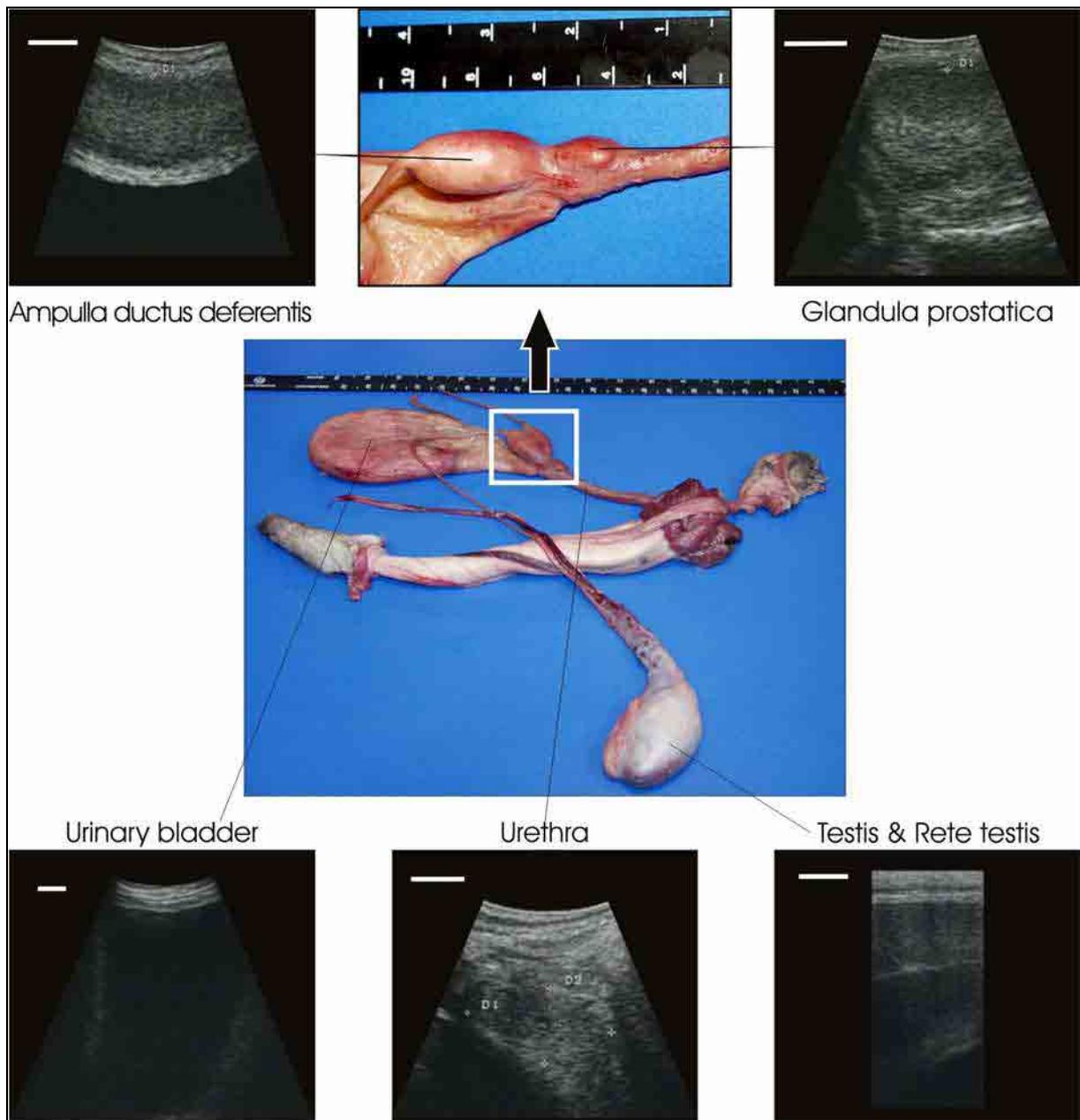


Abb. 5-1: Anatomische Präparation und sonomorphologische Darstellung des männlichen Genitaltraktes beim Bären. Der Maßstab in den Ultraschallbilder repräsentiert 10 mm.

Tab. 5-1: Nachweis der akkuraten Arbeitsweise durch Gegenüberstellung der Messdaten aus Ultraschalluntersuchung (US) und Präparation (Präp.) von Hoden, Ampulla und Prostata bei einem Malaien- und zwei Braunbären. Abweichung der Messergebnisse in % angegeben.

Art	Hodendurchmesser (± SEM) [mm]			Ampullavolumen (± SEM) [ccm]			Prostatavolumen (± SEM) [ccm]		
	US	Präp.	%	US	Präp.	%	US	Präp.	%
	Malaienbär (Krishnan)	25,60 (± 4,40)	27,50 (± 2,50)	6,91	2,00 (± 0,48)	2,57 (± 0,00)	22,18	1,97	1,77
Braunbär (Goschka)	28,35 (± 1,65)	32,00 (± 2,00)	20,00	6,93 (± 0,39)	5,40 (± 1,04)	39,00	2,70	2,81	8,82
Braunbär (Peter)	31,80 (± 1,40)	26,50 (± 1,50)	11,41	7,45	5,36 (± 0,00)	28,33	2,48	2,72	3,91

5.1.1.1. Artübergreifender Vergleich des männlichen Geschlechtsapparates während der Ruhezeit

Es liegen insgesamt 15 Untersuchungsergebnisse von 13 Bärenindividuen aus sieben Arten vor. Die akzessorischen Geschlechtsdrüsen eines kastrierten Kragenbären werden beschrieben, bleiben in der Auswertung jedoch aufgrund der kastrationsbedingten anatomischen Veränderungen unberücksichtigt.

Der gewichtsbezogene Durchmesser der Hoden nimmt mit zunehmender Größe der Tiere über alle Arten hinweg ab (Abb. 5-2 Oben). Die Durchschnittswerte schwanken zwischen 10,87 (\pm 2,23) mm/100 kg KGW beim Eisbären, dem schwersten Bären, und 30,06 (\pm 2,12) mm/100 kg KGW bei den Malaienbären, den leichtesten Bären. Abweichend hiervon besitzt der Große Panda mit 37,77 (\pm 2,49) mm/100 kg KGW den größten gewichtsbezogenen Hodendurchmesser.

Die gewichtsbezogenen Volumen der akzessorischen Geschlechtsdrüsen Ampulla und Prostata nehmen wie der Hodendurchmesser mit zunehmender Größe der Tiere ab. Das Verhältnis von Ampulla zu Prostata beträgt jeweils etwa 2:1. Der Mittelwert innerhalb der Arten schwankt bei der Ampulla zwischen 0,68 (\pm 0,25) und 4,18 (\pm 1,22) ccm/100 kg KGW und bei der Prostata zwischen 0,35 und 2,19 (\pm 0,13) ccm/100 kg KGW, jeweils beim Eisbeziehungsweise Malaienbären. Die Brillenbären weisen im Verhältnis zu ihrer Körpergröße und im Vergleich mit den anderen Arten sehr kleine akzessorische Drüsen auf: Ampulla 0,97 (\pm 0,16) ccm/100 kg KGW und Prostata 0,92 (\pm 0,17) ccm/100 kg KGW. Die Werte des kastrierten Kragenbärmännchens liegen mit 0,28 (\pm 0,02) ccm/100 kg KGW für die Ampulla und 0,32 ccm/100 kg KGW für die Prostata weit unter den Werten nicht kastrierter Tiere.

5.1.1.2. Artübergreifender Vergleich des männlichen Geschlechtsapparates während der Paarungszeit

Es liegen insgesamt zwölf Untersuchungsergebnisse von sieben Individuen aus drei Arten (Braun-, Brillenbär und Großer Panda) vor.

Der gewichtsbezogene Durchmesser der Hoden nimmt mit zunehmender Größe der Tiere ab. Die Durchschnittswerte innerhalb der Arten schwanken zwischen 12,51 (\pm 0,97) mm/100 kg KGW bei den Braunbären und 14,98 (\pm 0,48) mm/100 kg KGW bei den Brillenbären. Die herausragend größten Hoden besitzt der Große Panda. Mit 46,58 (\pm 0,82) mm/100 kg KGW sind sie etwa dreimal so groß wie die der anderen Bären.

Die gewichtsbezogenen Volumen der akzessorischen Geschlechtsdrüsen liegen beim leichtesten Bären (Großer Panda) und dem schwersten Bären (Braunbär) bei der Ampulla zwischen 3,76 (\pm 0,51) und 2,74 (\pm 0,99) ccm/100 kg KGW und bei der Prostata zwischen 5,82 (\pm 2,25) und 1,09 (\pm 0,44) ccm/100 kg KGW. Die Brillenbären jedoch, die gewichtsmäßig zwischen den beiden genannten Arten liegen, haben im Mittel die kleinsten Drüsen: Ampulla: 0,98 (\pm 0,11) und Prostata: 0,78 (\pm 0,23) ccm/100 kg KGW.

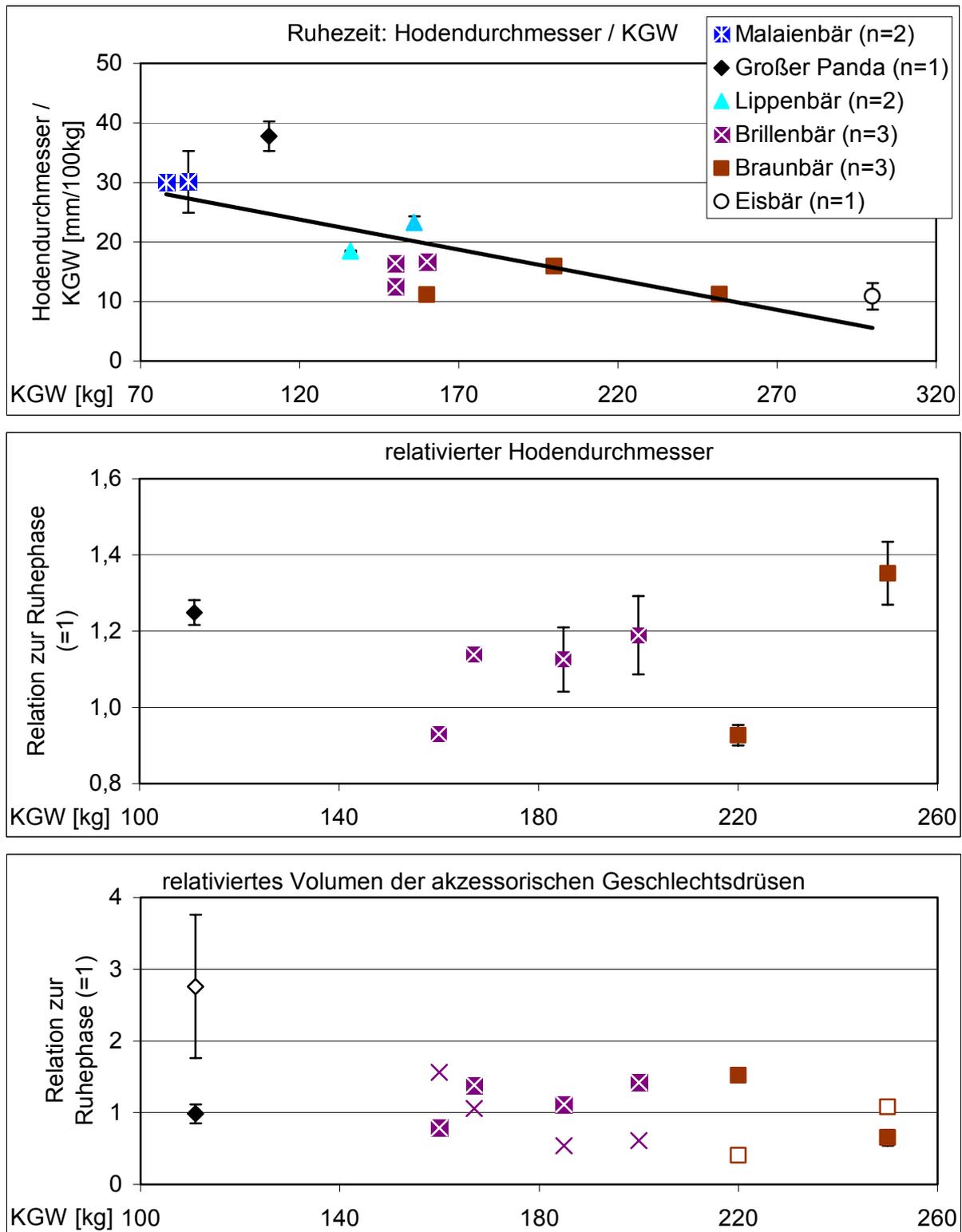


Abb. 5-2: Alle Werte in Bezug zum Körpergewicht [mm/100 kg]; Abweichungen angegeben als SEM; n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Oben: Sonographischer Hodendurchmesser während der Ruhezeit. Die Hodengröße nimmt im Verhältnis zum Körpergewicht relativ ab. Steigung der Trendlinie = -0,10.

Mitte: Hodendurchmesser während der Paarungszeit im Verhältnis zur Ruhezeit (=1)

Unten: Volumen der akzessorischen Geschlechtsdrüsen Ampulla (solide Symbole) und Prostata (fragile Symbole) während der Paarungszeit im Verhältnis zur Ruhezeit (=1). Bei der Ampulla geringgradige Größenzu-, bei der Prostata Größenabnahme.

5.1.1.3. Saisonale Veränderungen des männlichen Geschlechtsapparates

Zur Darstellung der saisonalen Abhängigkeit der Größe der Reproduktionsorgane werden die Werte aus der Paarungszeit relativiert und in Bezug zu den Mittelwerten der Ruhezeit (=1) gesetzt.

Es zeigt sich bei den meisten Tieren eine Vergrößerung des Hodendurchschnitts während der Paarungszeit (Abb. 5-2 Mitte). Besonders deutlich ist diese Zunahme beim Großen Panda, sie beträgt hier 25 %.

Anders verhält es sich dagegen bei den akzessorischen Geschlechtsdrüsen. Hier variieren die Werte der einzelnen Tiere stark (Abb. 5-2 Unten). Tendenziell sind eine geringgradige Größenzunahme der Ampulla und eine Größenabnahme der Prostata zu erkennen. Beim Großen Panda kommt es abweichend hiervon zu einer Volumenzunahme der Prostata von 170 %.

5.1.1.4. Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung des männlichen Geschlechtsapparates

Die Gonaden entsprechen reziprok der Körpergröße des Tieres. Mit zunehmendem Gewicht des Individuums werden die Hoden verhältnismäßig kleiner. Eine Ausnahme hiervon bildet der Große Panda, der mit Abstand die größten Hoden besitzt. Sie sind etwa dreimal so groß wie die von Brillen- oder Braunbären. Der Durchmesser der Hoden aller Arten nimmt saisonal während der Paarungszeit zu, besonders wieder beim Großen Panda (25 %).

Die akzessorischen Geschlechtsdrüsen Ampulla und Prostata sind im Verhältnis zum Körpergewicht bei allen untersuchten Arten jeweils relativ gleich groß und schwanken saisonunabhängig um konstante Werte (2 ccm/100 kg KGW bei der Ampulla und 1 ccm/100 kg KGW bei der Prostata). Daraus ergibt sich, dass eine Ampulla ein doppelt so großes Volumen besitzt wie die Prostata. Ein körpergrößenabhängiger Trend wie bei den Gonaden ist nur ansatzweise und nur während der Ruhezeit zu beobachten. Der Brillenbär besitzt für seine Körpergröße relativ kleine akzessorische Drüsen. Während der Paarungszeit ist nur beim Großen Panda eine Volumenzunahme der Prostata zu beobachten (170 %). Alle übrigen Untersuchungswerte zeigen nur äußerst geringgradige Größenveränderungen während der Paarungszeit: eine Zunahme bei der Ampulla und eine Abnahme bei der Prostata. Die deutlich kleinsten Drüsen aller untersuchten Tiere weist ein kastrierter Kragenbär auf.

5.1.2. Weibchen

Bei der Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane kommt der Gebärmutter und den Ovarien mit ihren Funktionskörpern (Follikel und Gelbkörper) besondere Aufmerksamkeit zu. Die Organe und ihre Funktionskörper werden sowohl interspezifisch als auch saisonal miteinander verglichen. Es liegen 121 Untersuchungsergebnisse von 47 Bären aus allen acht Arten vor (siehe Anhang 4).

Zur morphologischen Untersuchung wurden die Reproduktionstrakte von sechs Tieren aus vier Arten präpariert. In Abbildung 5-3 sind die Organe eines Schwarzbären als Beispiel dargestellt.

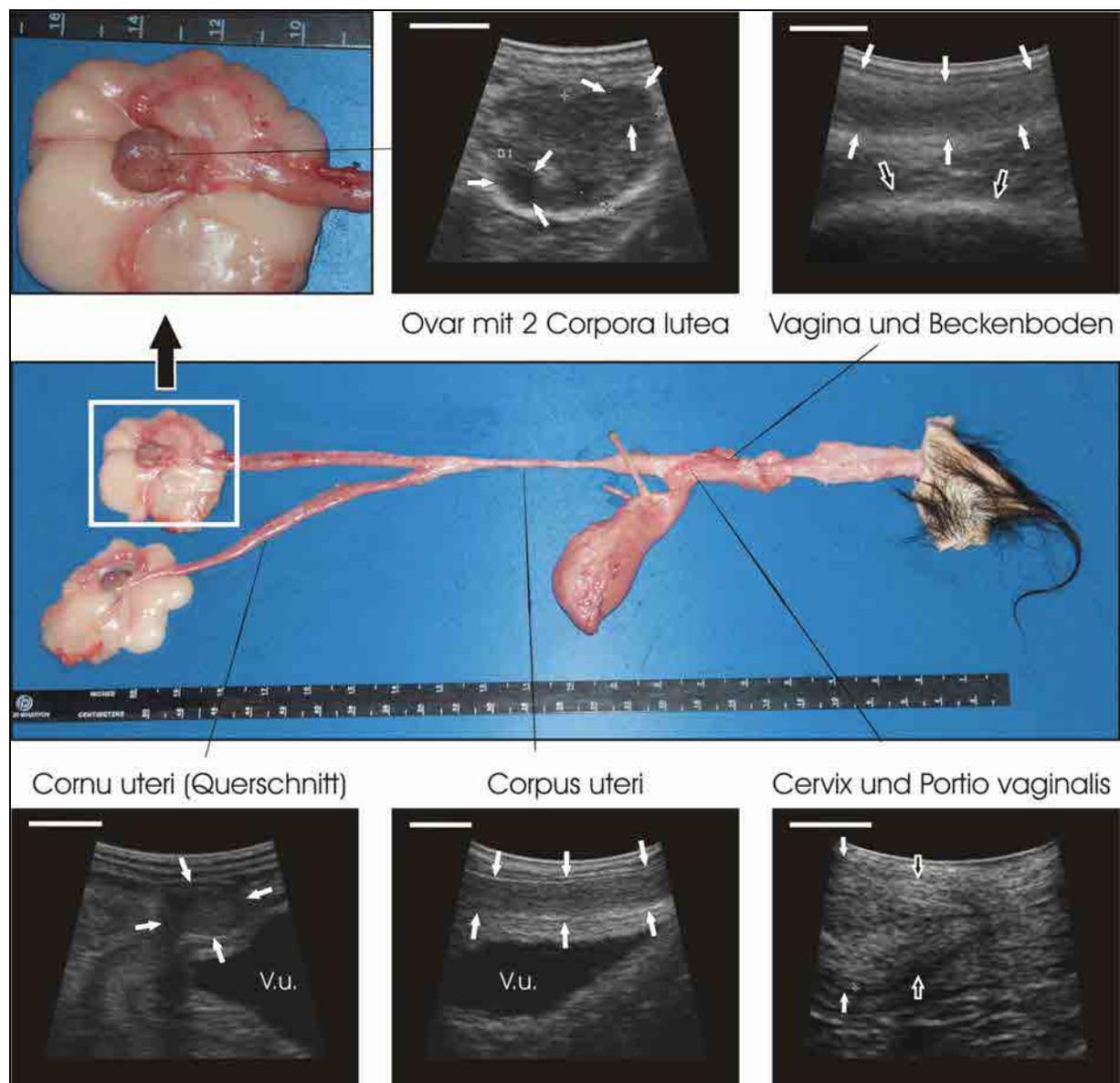


Abb. 5-3: Anatomische Präparation und sonomorphologische Darstellung des weiblichen Genitaltraktes am Beispiel eines Schwarzbären. V.u.: *Vesica urinaria*. Der Maßstab in den Sonographiebildern repräsentiert 10 mm.

Die Längen der Uterusabschnitte folgen den Körpergrößen der Tiere. Sie sind nach Reproduktionsstatus und Arten geordnet in Tabelle 5-2 dargestellt. Der Malaienbär als kleinste Art besitzt die kürzeste Gebärmutter, der Eisbär als größte Art die längste.

Die Längen der Uterusabschnitte bei den Schwarzbären folgen dem Reproduktionsstatus: während der Diapause ist er sowie absolut als auch in Relation zum Körpergewicht (2,32 cm/kg KGW : 2,03 cm/kg KGW) länger als während des Anöstrus.

Das Verhältnis der Länge der Uterushörner zur Länge des Uteruskörpers nimmt mit zunehmender Körpergröße ab. Die Hörner sind beim Schwarzbären (TP Stralsund) 96,9 % länger, beim Eisbär hingegen um 3,7 % kürzer als der Uteruskörper.

Tab. 5-2: Morphologisch ermittelte Länge von Uteruskörper (K) und -horn (H) von vier Bärenarten während Anöstrus und Diapause. Die Länge der Uterushörner nimmt im Verhältnis zum Uteruskörper mit zunehmender Körpergröße ab. Beim Schwarzbären wurde in der Diapause eine Oozyte gefunden. US: Ultraschalluntersuchung vor der Sektion.

Art	Name (Gewicht)	Reproduktions- status	Uteruslänge (± SEM) [mm]		Quotient K : H	Extra
			Körper	Horn		
Malaienbär	Mamie (unbekannt)	Anöstrus	35,00	62,50 (± 2,50)	1 : 1,79	
Schwarzbär	TP Stralsund (117 kg)		80,00	157,50 (± 2,50)	1 : 1,97	
Braunbär	Monika (100kg)		83,00	132,00 (± 4,00)	1 : 1,59	US
	Jolly (117 kg)		105,0	109,00 (± 11,00)	1 : 1,04	US
Eisbär	Penny (unbekannt)		270,00	260,00 (± 10,00)	1 : 0,96	
Schwarzbär	Berolina (125 kg)	Diapause	110,00	180,00 (± 20,00)	1 : 1,64	US, Oozyte

Um bei den sonographischen Untersuchungen die Werte der Durchmesser von Uteruskörpern und -hörnern artübergreifend vergleichen zu können, wird das arithmetische Mittel (MW) innerhalb jeder einzelnen Bärenart ermittelt. Als Basis dienen die Einzelwerte aller untersuchten Individuen einer Art aus jener Reproduktionsphase, in welcher die meisten Untersuchungen stattfanden (Tab. 5-3). Die errechneten Mittelwerte weichen von den gemessenen absoluten Werten um $7,4 \pm 5,8$ % ab und werden folgerichtig für die weitere Auswertung und Darstellung des Uterusdurchmessers benutzt.

Tab. 5-3: Gegenüberstellung der sonographisch ermittelten Durchmesser von Uteruskörper, sowie rechtem und linkem Horn an acht Bärenarten im Vergleich mit dem rechnerisch ermittelten Mittelwert (MW). Die Sortierung folgt dem zunehmenden Durchschnittsgewicht der Bärenarten. Abweichungen angegeben als SEM. n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Art	Reproduktionsstatus	Uterusdurchmesser (\pm SEM) [mm]			
		Körper	linkes Horn	rechtes Horn	MW
Malaienbär (n=3)	Anöstrus	9,64 (\pm 1,73)	9,10 (\pm 0,50)	9,30 (\pm 1,60)	9,39 (\pm 0,76)
Brillenbär (n=1)	nicht trächtig	11,17 (\pm 0,64)	10,15 (\pm 1,85)	12,70	11,08 (\pm 0,67)
Großer Panda (n=1)	Anöstrus	12,17 (\pm 3,89)	16,20 (\pm 2,54)	16,24 (\pm 3,46)	15,21 (\pm 1,84)
Schwarzbär (n=1)	nicht trächtig	7,90	9,40	7,90	8,40 (\pm 0,50)
Lippenbär (n=3)	Anöstrus	8,05 (\pm 0,59)	10,13 (\pm 1,73)	10,77 (\pm 0,88)	9,55 (\pm 0,74)
Kragenbär (n=2)	nicht trächtig	10,00 (\pm 1,17)	9,45 (\pm 0,32)	9,20 (\pm 0,77)	9,55 (\pm 0,44)
Braunbär (n=11)	nicht trächtig	8,69 (\pm 0,46)	9,24 (\pm 0,55)	9,01 (\pm 0,61)	8,98 (\pm 0,30)
Eisbär (n=2)	nicht trächtig	6,85 (\pm 0,90)	9,60 (\pm 2,63)	8,70 (\pm 0,57)	8,23 (\pm 0,86)

Mit der Spülflüssigkeit aus dem Uterus des Schwarzbären, der während der Diapause, Ende Oktober, seziiert wurde, konnte eine Oozyte gewonnen (Abb. 5-4) werden. Die Oozyte befindet sich in der *Zona pellucida* und besitzt einen Durchmesser von 0,15 mm. In der vorangegangenen Ultraschalluntersuchung war diese Oozyte nicht zu detektieren.

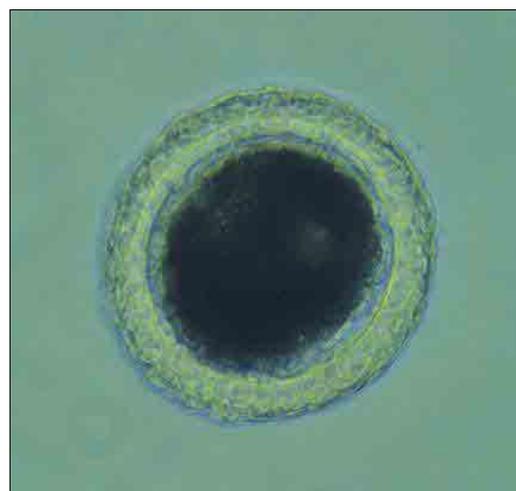


Abb. 5-4: Oozyte eines Schwarzbären gewonnen während einer Sektion in der Diapause. 100-fache Vergrößerung

5.1.2.1. Artübergreifender Vergleich des weiblichen Geschlechtsapparates während des Anöstrus

Es liegen 16 Untersuchungsergebnisse von elf Bären aus fünf Arten vor.

Das gewichtsbezogene Volumen der Ovarien weist einen reziprok größenabhängigen Trend auf (Abb. 5-5 Oben). Die Durchschnittswerte liegen im Größenbereich von 1,8 ccm/100 kg KGW und reichen von 0,64 (\pm 0,04) ccm/100 kg KGW beim Eisbären bis 2,21 (\pm 0,17) ccm/100 kg KGW beim Malaienbären. Eine Ausnahme stellt der Große Panda mit einem Volumen von 6,16 (\pm 1,08) ccm/100 kg KGW. Das Volumen seiner Ovarien ist etwa dreifach so groß wie das der Ovarien der anderen Bärenarten.

Die Ovarien stellen sich bei allen fünf untersuchten Arten weitgehend inaktiv dar (Tab. 5-4). Es finden sich nur vereinzelt kleine Follikel, die als Sekundär- und Tertiärfollikel angesprochen werden (Abb. 5-6a). Zwei Braunbären weisen zystische Entartungen von 24,6 x 24,6 mm, bzw. 13,3 x 11,7 mm Größe auf. Bei einer der beiden Bärinnen wurden bei einer mikroinvasiven abdominalen Punktion per Endoskop neun Milliliter einer klaren Flüssigkeit aus der größeren der beiden Zysten gewonnen. Bei allen Ultraschalluntersuchungen werden Gelbkörper dargestellt, die anhand ihrer Größe und Echogenität als *Corpus luteum* und *Corpus albicans* eingestuft werden.

Der gewichtsbezogene Durchmesser des Uterus nimmt mit zunehmender Körpergröße der Tiere ab (Abb. 5-5 Unten). Der Durchschnitt innerhalb der Arten schwankt zwischen 5,22 (\pm 0,64) mm/100 kg KGW bei den Braunbären und 15,54 (\pm 2,61) mm/100 kg KGW bei den Malaienbären. Abweichend hiervon besitzen der Große Panda und der Eisbär geringgradig größere Uterusdurchmesser als ihre jeweils leichteren Verwandten.

Das Verhältnis von Endometrium zu Uterus (=1) (Abb. 5-6b) zeigt eine mit zunehmendem Körpergewicht geringgradig abfallende Tendenz, die in einem Größenbereich von 0,56 angesiedelt ist (Min: Eisbär 0,50 \pm 0,08, Max: Großer Panda 0,64 \pm 0,12).

Tab. 5-4: Darstellung der durchschnittlichen (MW), minimalen (Min.) und maximalen (Max.) Anzahl der Funktionskörper pro Ovar, deren Durchmesser in [mm] und ihre Interpretation pro Ovar bei fünf Bärenarten während des Anöstrus. n = Anzahl der untersuchten Individuen; C.I.: *Corpus luteum*, C.alb.: *Corpus albicans*.

Art	Follikel pro Ovar: MW (Min. - Max.)			Gelbkörper pro Ovar: MW (Min. - Max.)		
	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status
Malaienbär (n=3)	0,83 (0 - 4)	1,55 (1,0 - 2,2)	Sekundär	0,50 (0 - 2)	6,60 (4,6 - 8,2)	C.I., C.alb.
Großer Panda (n=1)	0,11 (0 - 1)	1,80	Sekundär	1,1 (0 - 5)	7,93 (4,4 - 10,6)	C.I., C.alb.
Lippenbär (n=3)	2,63 (0 - 10)	2,03 (1,0 - 2,9)	Sekundär	0,38 (0 - 1)	6,90 (4,3 - 10,1)	C.I., C.alb.
Braunbär (n=3)	1,83 (1 - 3)	4,94 (4,3 - 5,6)	Tertiär	0,17 (0 - 1)	13,30	C.I.-ähnlich/ Tumor
Eisbär (n=1)	0	-	-	1,00 (1 - 1)	8,85 (7,6 - 10,1)	C.I.

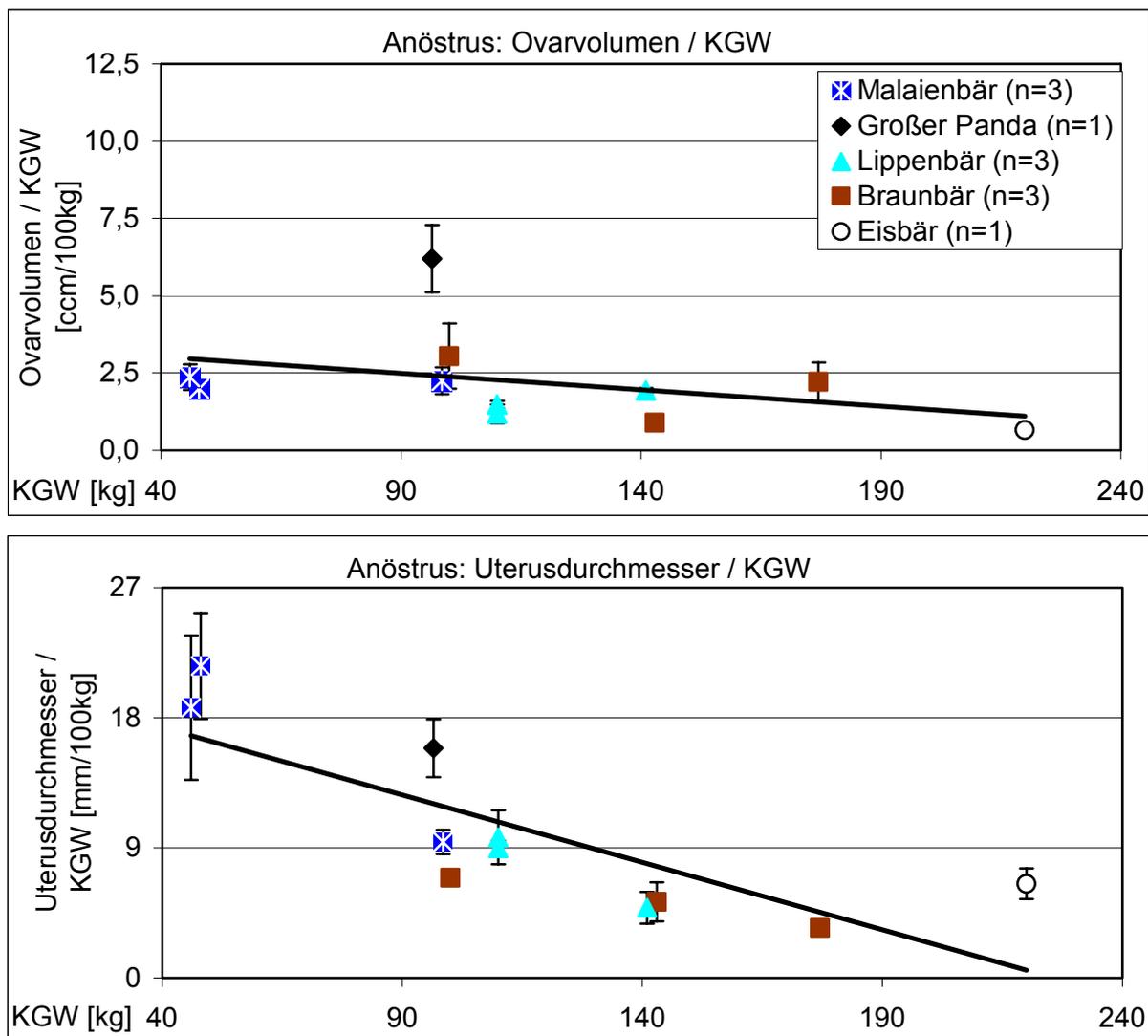


Abb. 5-5: Untersuchungen an fünf Bärenarten während des Anöstrus. Werte in Bezug zum Körpergewicht [mm/100 kg]; Abweichungen angegeben als SEM; n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Oben: Ovarvolumen abnehmend, Steigung der Trendlinie = -0,01.

Unten: Durchmesser des Uterus nimmt bei kleinen Arten zu. Steigung der Trendlinie = -0,09.

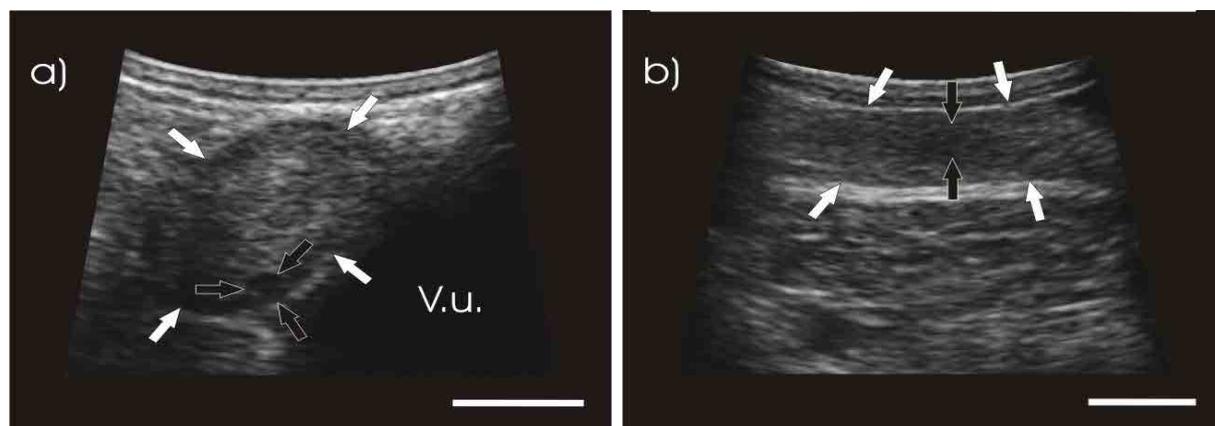


Abb. 5-6 Lippenbär im Anöstrus: sonographischer Querschnitt durch
 a) das Ovar (⇨) mit Restgelbkörper (⇨) und
 b) den Uteruskörper (⇨) mit Endometrium (⇨). V.u.: *Vesica urinaria*. Der Maßstab repräsentiert 10 mm.

5.1.2.2. Artübergreifender Vergleich des weiblichen Geschlechtsapparates während des Östrus

Es liegen 13 Untersuchungsergebnisse von acht Bären dreier Arten während des Östrus vor. Das gewichtsbezogene Volumen der Ovarien ist uneinheitlich (Abb. 5-7 Oben). Die Werte liegen im Bereich um 2,3 ccm/100 kg KGW. Die Brillenbären besitzen mit durchschnittlich 1,69 (\pm 0,24) ccm/100 kg KGW kleinere Gonaden als die Braunbären (2,75 (\pm 0,65) ccm/100 kg KGW). Herausragend ist der Große Panda mit einem etwa vierfach so großen Volumen (8,37 (\pm 0,92) ccm/100 kg KGW) wie das der anderen Bären.

Die Ovarien sind bei allen drei Arten aktiv (Tab. 5-5). Es können mehrere Graaf Follikel sowie deren Vorläuferstadien gezeigt werden. Beim Großen Panda treten bis zu 40 Follikel pro Ovar auf, was diesen Ovarien ein beerenartiges Aussehen verleiht (Abb. 5-8a). Weiterhin können in allen Untersuchungen Gelbkörper dargestellt werden. Anhand ihrer Größe und Echogenität werden diese in Gelbkörper in Anbildung (*Corpus hämorrhagicum*), Blüte (*Corpus luteum*) und als Gelbkörperreste (*Corpus albicans*) klassifiziert.

Der gewichtsbezogene Durchmesser des Uterus folgt umgekehrt dem Körpergewicht der Bären. Er schwankt im Durchschnitt innerhalb der Arten zwischen 4,63 (\pm 0,45) mm/100 kg KGW bei den Braunbären und 7,25 (\pm 0,90) mm/100 kg KGW bei den Brillenbären. Der Große Panda besitzt mit 17,22 (\pm 1,23) mm/100 kg KGW mit Abstand den größten Uterusdurchmesser.

Das Verhältnis zwischen Endometrium und Uterusdurchmesser (=1) (Abb. 5-8b) ergibt zwischen den drei Arten eine mit zunehmendem Gewicht geringgradig ansteigende Tendenz, die in einem Größenbereich von 0,58 angesiedelt ist (Abb. 5-7 Unten).

Tab. 5-5: Darstellung der durchschnittlichen (MW), minimalen (Min.) und maximalen (Max.) Anzahl der Funktionskörper pro Ovar, deren Durchmesser in [mm] und ihre Interpretation bei drei Bärenarten während des Östrus. Hohe folliculäre Aktivität, aber auch Gelbkörper in Anbildung: *Corpus hämorrhagicum* (C.häm.), in Blüte: *Corpus luteum* (C.l.) und als Rest der vorherigen Brunst: *Corpus albicans* (C.alb.). n= Anzahl der untersuchten Individuen.

Art	Follikel pro Ovar: MW (Min. – Max.)			Gelbkörper pro Ovar: MW (Min. – Max.)		
	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status
Großer Panda (n=1)	18,25 (1 – 40)	4,57 (2,2 – 13,8)	Sekundär – Graaf	0,58 (0 – 2)	8,76 (5,3 – 15,5)	C.l., C.häm.
Brillenbär (n=3)	2,50 (1 – 4)	3,62 (2,0 – 6,5)	Sekundär – Graaf, atretisch	1,00 (0 – 2)	5,33 (3,9 – 7,3)	C.l., C.häm., C.alb.
Braunbär (n=4)	4,13 (0 – 11)	3,36 (0,3 – 6,0)	Sekundär – Graaf	0,88 (0 – 2)	6,20 (4,2 – 9,5)	C.l., C.häm., C.alb.

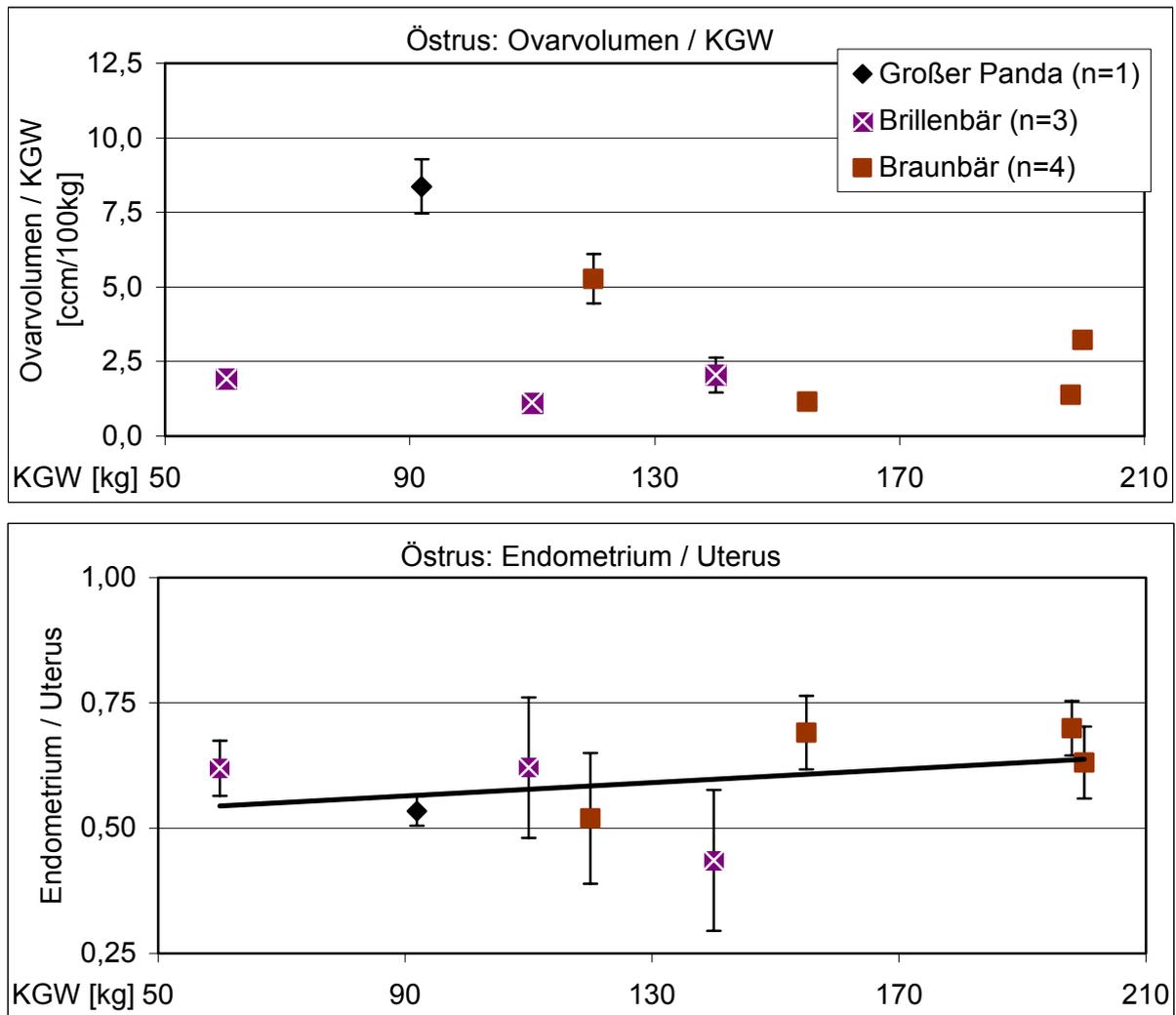


Abb. 5-7: Untersuchungen an drei Bärenarten während des Östrus. Werte in Bezug zum Körpergewicht [mm/100 kg]; Abweichungen angegeben als SEM; n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Oben: Ovarvolumen bei ca. 2,2 ccm/100kg.

Unten: Das Verhältnis des Durchmessers von Endometrium zu Uterus ergibt ein relativ konstantes Verhältnis von 0,58:1. Steigung der Trendlinie = $<0,01$,

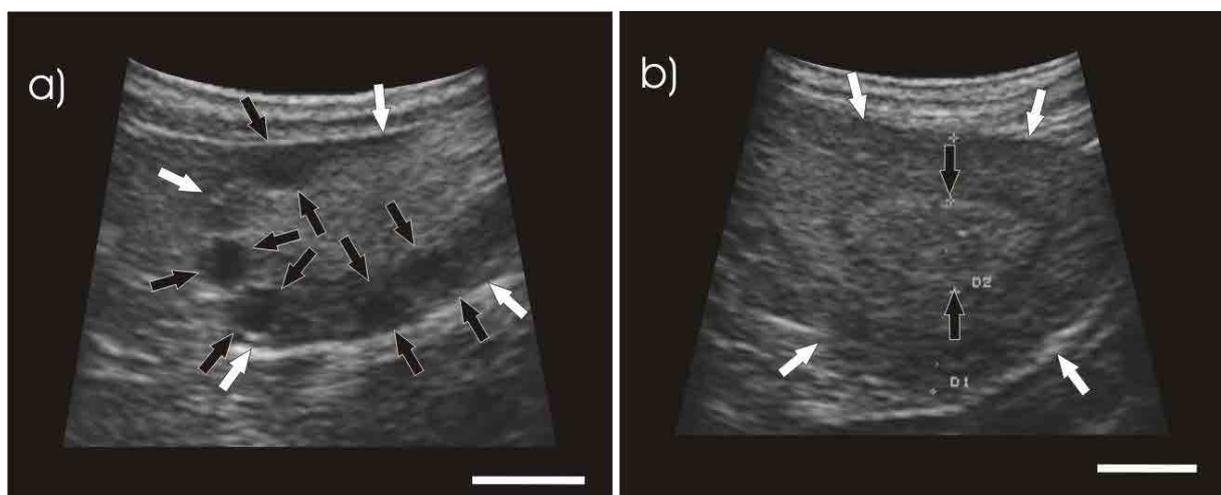


Abb. 5-8: Großer Panda im Östrus: sonographischer Querschnitt durch
a) ein Ovar (\Rightarrow) mit beerenartigem Erscheinungsbild durch multiple anreifende Follikel (\Rightarrow) und
b) ein Uterushorn (\Rightarrow) mit proliferiertem Endometrium (\Rightarrow). Der Maßstab repräsentiert 10 mm.

5.1.2.3. Artübergreifender Vergleich des weiblichen Geschlechtsapparates während der Diapause

Der Untersuchungszeitraum der Diapause liegt zwischen dem Ende des Östrus und dem artspezifischen Implantationszeitpunkt der Blastozyste (siehe 3.2.4.). In diesen Zeitabschnitt fallen 30 Ergebnisse von insgesamt 15 Bären aus fünf Arten.

Das gewichtsbezogene Volumen der Ovarien ist einheitlich (Abb. 5-9 Oben). Die Durchschnittswerte innerhalb der Arten schwanken im Größenbereich von 2,1 ccm/100 kg KGW mit einem Minimum von 1,56 (\pm 0,32) ccm/100 kg KGW bei den Kragenbären und einem Maximum von 2,38 (\pm 0,21) ccm/100 kg KGW bei den Braunbären. Abweichend hiervon besitzt der Große Panda mit 9,62 (\pm 2,60) ccm/100 kg KGW etwa fünfmal so große Ovarien wie die anderen Bären.

Die Ovarien stellen sich bei allen fünf Arten weitestgehend aktiv dar (Tab. 5-6). Vereinzelt finden sich Sekundär- und Tertiärfollikel (Abb. 5-10a). Beim Großen Panda sind auf einem Ovar der einen Körperseite viele Follikel zu finden, auf dem kontralateralen Ovar hat sich bereits ein Gelbkörper etabliert. Ebenso bei einem Braunbären („Bianca“), der auf einem Ovar einen Graaf Follikel besitzt, während sich auf dem gegenseitigen ein voll ausgereifter Gelbkörper befindet. Die Gelbkörper stellen in der Diapause den dominierenden Funktionskörper dar. Neben Gelbkörpern in Anbildung (*Corpus hämorrhagicum*) und vereinzelt Restgelbkörpern (*Corpus albicans*) sind vermehrt sehr große, ausgereifte Gelbkörper (*Corpus luteum*) zu finden. Sie messen bis zu 20,90 mm im Durchmesser und besitzen zum Teil gekammerte Hohlräume.

Tab. 5-6: Darstellung der durchschnittlichen (MW), minimalen (Min.) und maximalen (Max.) Anzahl der Funktionskörper pro Ovar, deren Durchmesser in [mm] und ihre Interpretation bei fünf Bärenarten während der Diapause. Follikuläre Aktivität teilweise noch erhalten. Gelbkörper als dominante Struktur auf dem Organ: in Anbildung als *Corpus hämorrhagicum* (*C.häm.*), in voller Blüte als *Corpus luteum* (*C.l.*) und als vereinzelte Reste der vorherigen Brunst als *Corpus albicans* (*C.alb.*). n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Art	Follikel pro Ovar: MW (Min. – Max.)			Gelbkörper pro Ovar: MW (Min. – Max.)		
	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status
Brillenbär (n=1)	2,50 (0 – 5)	3,90	Tertiär	2,25 (1 – 3)	4,54 (2,4 – 6,5)	<i>C.l.</i> , <i>C.alb.</i>
Großer Panda (n=1)	1,83 (0 – 10)	2,70 (2,0 – 4,8)	Sekundär – Tertiär	0,67 (0 – 2)	7,60 (2,0 – 12,2)	<i>C.l.</i>
Schwarzbär (n=2)	0	0	-	1,33 (1 – 2)	8,35 (2,0 – 11,8)	<i>C.l.</i> (1x mit Hohlraum 1,80 mm)
Kragenbär (n=2)	0,17 (0 – 1)	3,30	Tertiär	1,67 (1 – 3)	9,62 (4,2 – 13,4)	<i>C.l.</i>
Braunbär (n=9)	0,30 (0 – 4)	3,62 (1,0 – 10,0)	Sekundär – Graaf, atretisch	1,32 (0 – 3)	8,26 (3,6 – 20,9)	<i>C.häm.</i> (z.T. gekammert), <i>C.l.</i> , <i>C.alb.</i>

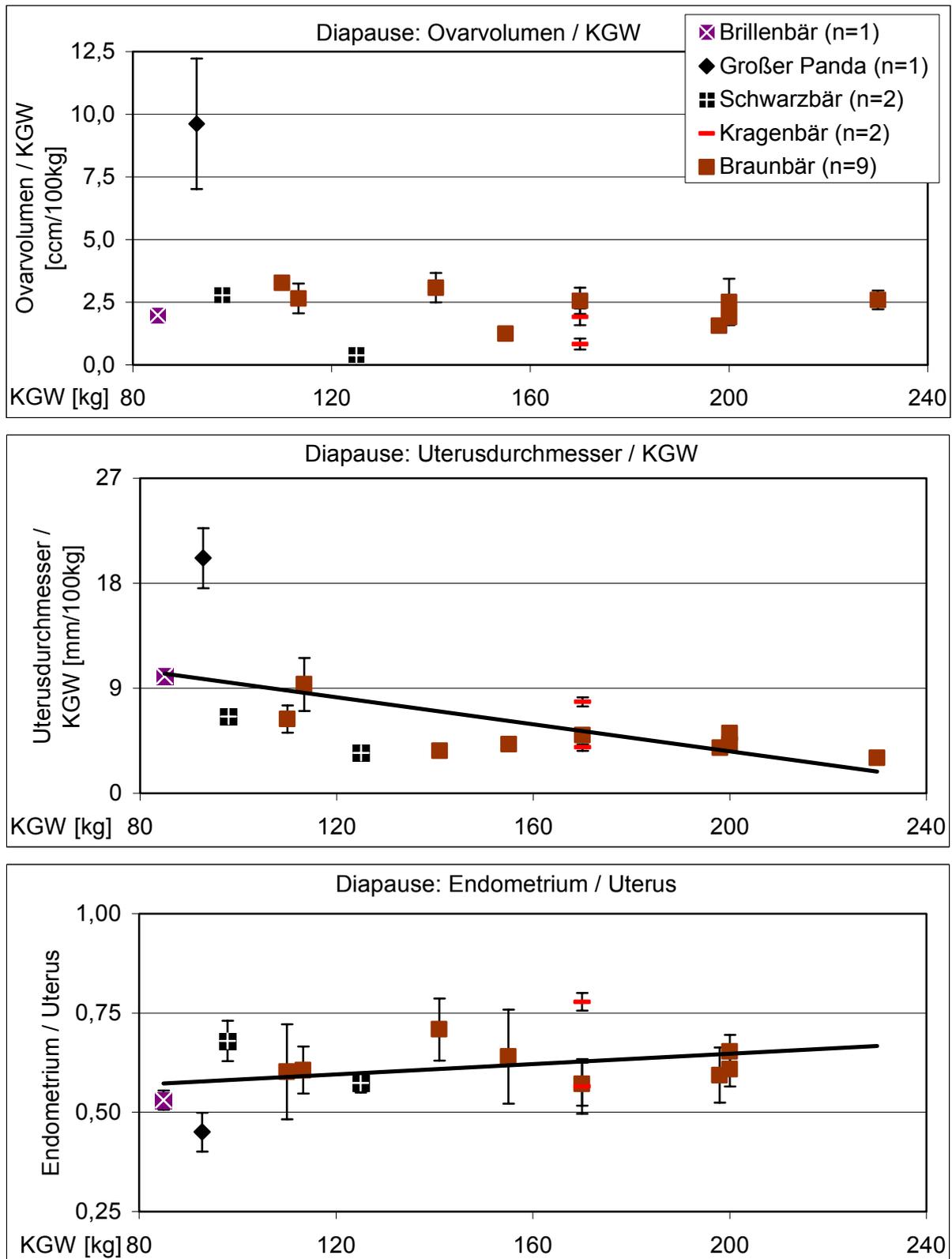


Abb. 5-9: Untersuchungen an fünf Bärenarten während der Diapause. Werte in Bezug zum Körpergewicht [mm/100 kg]; Abweichungen angegeben als SEM; n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Oben: Ovarvolumen bei ca. 2,1 ccm/100kg.

Mitte: Durchmesser des Uterus reziprok im Verhältnis zum Körpergewicht. Steigung der Trendlinie = -0,06.

Unten: Das Verhältnis des Durchmessers von Endometriums zu Uterus liegt relativ konstant bei 0,57:1. Steigung der Trendlinie = <0,01.

Der gewichtsbezogene Durchmesser des Uterus nimmt mit zunehmender Körpergröße der Tiere ab (Abb. 5-9 Mitte). Bei den größeren Arten, Schwarz-, Kragen- und Braunbär, beträgt er durchschnittlich 5,3 mm/100 kg KGW, bei der kleinsten Art, dem Brillenbären 10,06 ($\pm 0,48$) mm/100 kg KGW. Abweichend hiervon besitzt der Große Panda mit 20,16 ($\pm 2,57$) mm/100 kg KGW den größten Uterusdurchmesser.

Das Verhältnis Endometrium zu Uterusdurchmesser (=1) (Abb. 5-10b) ergibt eine mit zunehmendem Körpergewicht geringgradig ansteigende Tendenz, welche in einem Größenbereich von 0,57 angesiedelt ist. Von dieser Tendenz weisen die Durchschnittswerte des Großen Pandas nach unten (0,45), die des Kragenbären nach oben (0,64) die größten Abweichungen auf (Abb. 5-9 Unten).

5.1.2.4. Artübergreifender Vergleich des weiblichen Geschlechtsapparates während der Trächtigkeit

In 23 Untersuchungen an 19 Bären aus fünf Arten sind Trächtigkeiten zum Zeitpunkt kurz nach der Implantation bis wenige Tage vor der Geburt darstellbar. Dabei können die Entwicklungsstadien der Früchte von frisch implantierten Blastozysten (Abb. 5-11b) bis zu ausgereiften Föten nachgewiesen werden. Die Anzahl der detektierten Gelbkörper stimmt zum Großteil mit der Anzahl der Früchte überein (Tab. 5-7).

Tab. 5-7: Darstellung der sonographisch detektierten Trächtigkeiten bei fünf Bärenarten. Blastozysten und Embryonen/Föten mit Anzahl und durchschnittlichen Größenangaben in [mm] (SSL = Scheitel-Steiß-Länge). Gegenüberstellung der Fruchtanzahl mit der Anzahl detektierter Trächtigkeitsgelbkörper: *Corpus luteum graviditatis* (C.l.grav.). Angabe des Durchmessers des Uterus pro 100 kg KGW an der Implantationsstelle. n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Blastozysten pro Bär:	Anzahl (Min. – Max.)	Durchmesser [mm] (\pm SEM)	C.l.grav. (Min. – Max.)	Uterusdurchmesser an Implantationsstelle/KGW [mm/100 kg] (\pm SEM)
Brillenbär (n=1)	1	3,10	1	17,60
Braunbär (n=4)	1,8 (1 – 2)	3,63 ($\pm 0,27$)	1,8 (1 – 3)	7,58 ($\pm 1,16$)
Eisbär (n=2)	1,5 (1 – 2)	3,90 ($\pm 0,31$)	1,5 (1 – 2)	4,05 ($\pm 1,28$)
Embryonen/Föten pro Bär:	Anzahl (Min. – Max.)	SSL [mm] (Min. – Max.)	C.l.grav. (Min. – Max.)	Uterusdurchmesser an Implantationsstelle/KGW [mm/100 kg] (Min. – Max.)
Brillenbär (n=1)	2	je 21,90	1	17,67; 20,83
Großer Panda (n=1)	1	20,90	1	74,80
Braunbär (n=10)	2,2 (1 – 4)	16,06 (5,00 – 44,50)	2,0 (1 – 3)	19,32 (8,50 – 39,82)
Kragenbär (n=1)	3	8,03 (6,70 – 10,00)	2	11,92 (11,76 – 12,00)
Eisbär (n=1)	1	110,00	Ovarien nicht dargestellt	33,33

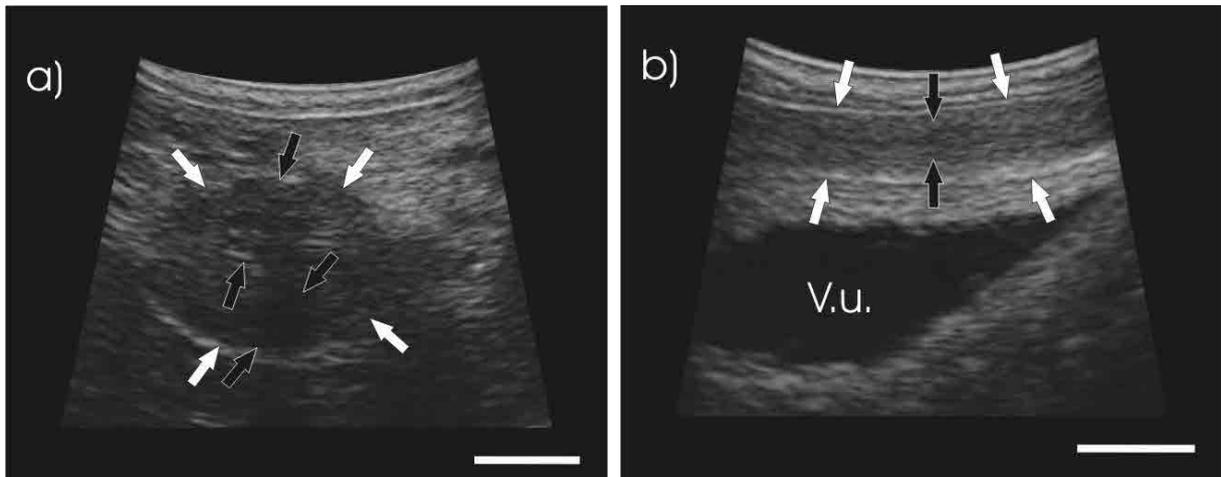


Abb. 5-10: Kragenbär während der Diapause: sonographischer Querschnitt durch a) ein Ovar (⇨) mit zwei Gelbkörpern (⇨) in Ausbildung (unten) und Blüte (oben) und b) dem Uteruskörper (⇨) mit Endometrium während der Sekretionsphase (⇨). V.u.: Vesica urinaria. Der Maßstab repräsentiert 10 mm.

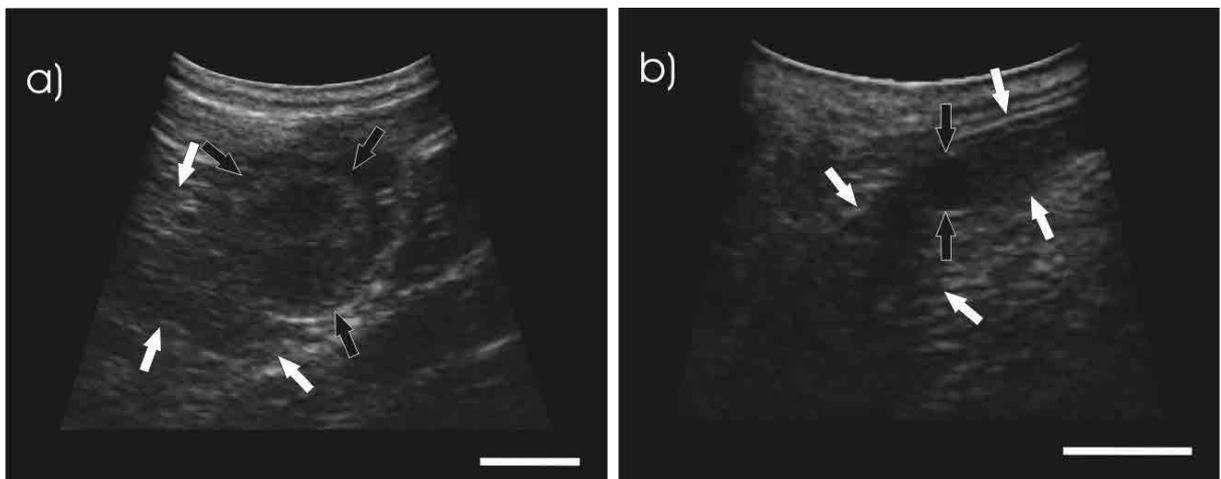


Abb. 5-11: trächtiger Eisbär: sonographischer Querschnitt durch a) ein Ovar (⇨) mit einem gekammerten Trächtigkeitgelbkörper (⇨) und b) ein Uterushorn (⇨) mit einer Blastozyste (⇨). Der Maßstab repräsentiert 10 mm.

Das gewichtsbezogene Volumen der Ovarien lässt einen mit zunehmender Körpermasse abwärts gerichteten Trend erkennen. Die Werte liegen in einem Größenbereich um 2,4 ccm/100 kg KGW (Abb. 5-12 Oben). Die Durchschnittswerte der einzelnen Arten reichen von 0,72 (\pm 0,28) ccm/100 kg KGW bei den Eisbären bis zu 2,62 (\pm 0,33) ccm/100 kg KGW bei den Braunbären. Die Werte der Kragen- sowie des Brillenbären liegen innerhalb dieser Grenzen. Eine Braunbärin („Vroni“) weist ein überdurchschnittlich großes Ovar-Körpermassenverhältnis auf (5,57 (\pm 2,26) ccm/100 kg KGW). Abweichend von der beschriebenen Tendenz besitzt der Große Panda mit 7,59 (\pm 1,38) ccm/100 kg KGW etwa viermal so große Ovarien wie die anderen Bären. Die folliculäre Aktivität der Ovarien ist bei allen fünf Arten weitgehend eingestellt (Tab. 5-8). Nur bei zwei Braunbären finden sich einige Sekundär- und Tertiärfollikel. Der dominierende Funktionskörper während der Gestationsphase ist der Trächtigkeitsgelbkörper (*Corpus luteum graviditatis*), welcher sich sehr groß (maximal 17,4 mm x 13,8 mm) und beim Eisbären gekammert darstellt (Abb. 5-11a). Die Anzahl der detektierten Gelbkörper stimmt zum Großteil mit der Anzahl der Früchte überein (Tab. 5-7). Neben diesen Trächtigkeitsgelbkörpern finden sich bei Brillen- und Braunbär auch Gelbkörper in Anbildung und Restgelbkörper.

Tab. 5-8: Darstellung der durchschnittlichen (MW), minimalen (Min.) und maximalen (Max.) Anzahl der Funktionskörper pro Ovar, deren Durchmesser in [mm] und ihre Interpretation bei fünf Bärenarten während der Trächtigkeit. Folliculäre Aktivität ist eingestellt, Gelbkörper stellen die dominierende Struktur auf dem Organ dar: in Anbildung als *Corpus hämorrhagicum* (*C.häm.*), in voller Blüte als *Corpus luteum graviditatis* (*C.l.grav.*), als Überbleibsel der vorherigen Brunst als *Corpus albicans* (*C.alb.*). n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Art	Follikel pro Ovar: MW (Min. – Max.)			Gelbkörper pro Ovar: MW (Min. – Max.)		
	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status	Anzahl	Durchmesser [mm]	Status
Brillenbär (n=2)	0	-	-	1,25 (0 – 2)	7,24 (3,30 – 11,80)	<i>C.l.grav.</i> , <i>C.häm.</i> , <i>C.alb.</i>
Großer Panda (n=1)	0	-	-	0,50 (0 – 1)	5,60	<i>C.l.grav.</i>
Kragenbär (n=1)	0	-	-	1,00 (1 – 1)	12,00 (10,00 – 14,00)	<i>C.l.grav.</i>
Braunbär (n=13)	0,32 (0 – 6)	3,70 (2,40 – 6,70)	Sekundär – Tertiär, atretisch	1,54 (0 – 3)	9,64 (3,00 – 17,80)	<i>C.l.grav.</i> , <i>C.häm.</i> , <i>C.alb.</i>
Eisbär (n=2)	0	-	-	1,00 (1 – 1)	11,43 (9,20 – 14,80)	<i>C.l.grav.</i> (gekammert)

Der Durchmesser des Uterus ist, bedingt durch die Fruchtanlage, im Bereich der Implantationsstelle deutlich größer als der des übrigen Uterus (Tab. 5-7). Der gewichtsbezogene Durchmesser des Uterus außerhalb der Implantationsstelle nimmt mit zunehmender Körpergröße der Tiere ab (Abb. 5-12 Mitte). Die Durchschnittswerte der Arten schwanken zwischen 3,56 (\pm 0,50) mm/100 kg KGW bei den Eisbären und 10,46 (\pm 0,38) mm/100 kg KGW bei den Brillenbären. Abweichend hiervon besitzt der Große Panda mit 16,77 (\pm 0,73) mm/100 kg KGW den größten Uterusdurchmesser.

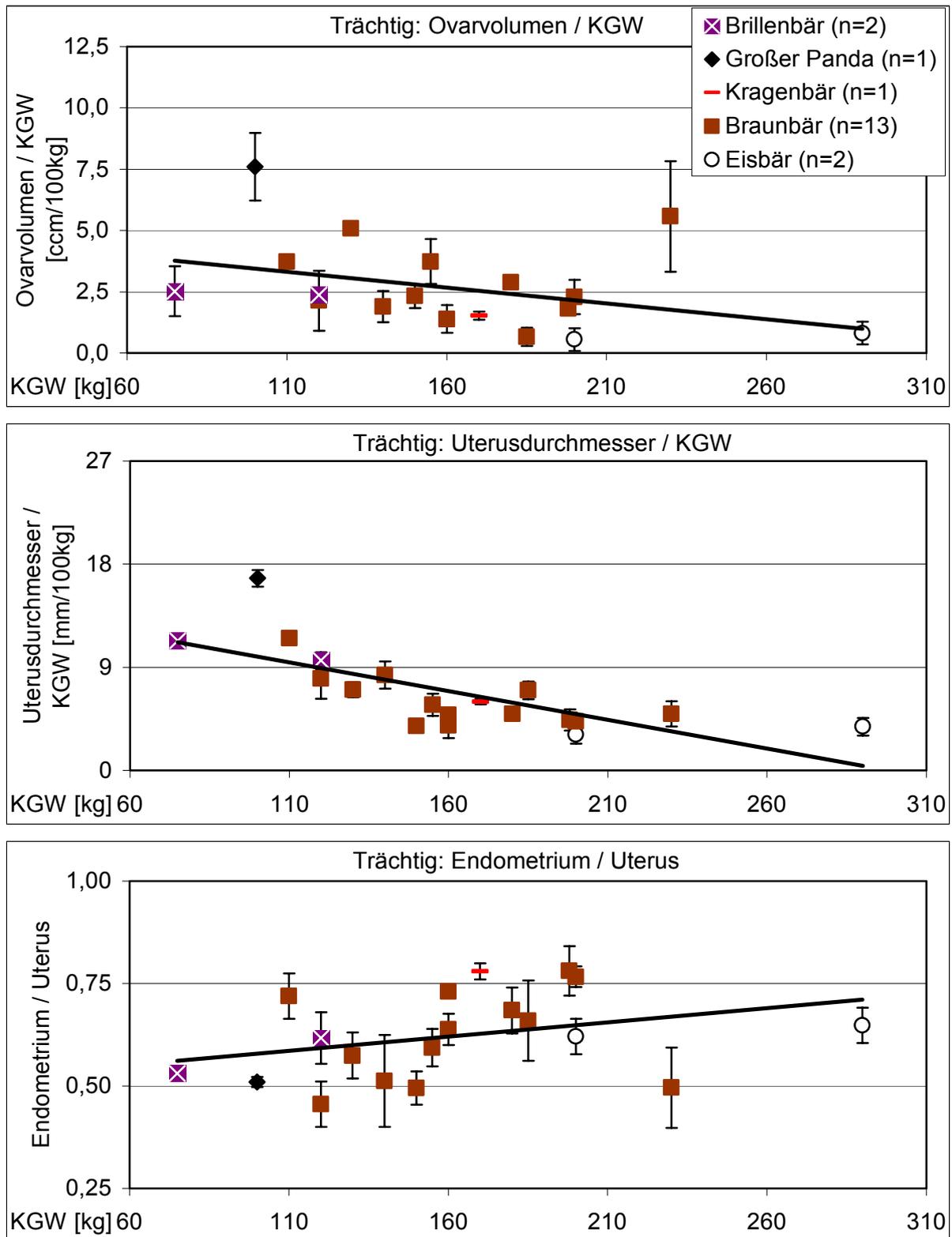


Abb. 5-12: Untersuchungen an fünf Bärenarten während der Trächtigkeit. Werte in Bezug zum Körpergewicht [mm/100 kg]; Abweichungen angegeben als SEM; n = Anzahl der untersuchten Individuen.

Oben: Ovarvolumen im Verhältnis zum Körpergewicht bei ca. 2,4 ccm/100kg mit abnehmender Tendenz (-0,01).

Mitte: Durchmesser des Uterus im Verhältnis zum Körpergewicht abnehmend. Steigung der Trendlinie = -0,05.

Unten: Das Verhältnis des Durchmessers von Endometriums zu Uterus liegt relativ konstant bei 0,63:1. Steigung der Trendlinie = <0,01.

Das Verhältnis von Endometrium zum Uterusdurchmessers (=1) ergibt eine mit zunehmenden Körpergewicht geringgradig ansteigende Tendenz. Das Verhältnis schwankt um den Wert 0,63 (Abb. 5-12 Unten).

5.1.2.5. Artübergreifender Vergleich des weiblichen Geschlechtsapparates bei nicht trächtigen Tieren

Zu nicht trächtigen Tieren liegen die meisten Untersuchungsergebnisse vor: 33 Untersuchungen an 20 Bären aus sechs Arten.

Das gewichtsbezogenen Volumen der Ovarien ist uneinheitlich. Die Durchschnittswerte schwanken im Größenbereich von 2,1 ccm/100 kg KGW zwischen 1,47 (\pm 0,23) ccm/100 kg KGW beim Brillenbären und 2,71 (\pm 0,67) ccm/100 kg KGW bei den Kragenbären. Auffallend ist der Große Panda mit einem etwa vierfach so großen Volumen wie das der anderen Bären (8,53 (\pm 0,88) ccm/100 kg KGW).

Die folliculäre Aktivität der Ovarien ist bei allen sechs Arten weitestgehend eingestellt (Tab. 5-9). Vereinzelt finden sich Sekundär- und Tertiärfollikel. Der dominierende Funktionskörper der Ovarien ist der Gelbkörper (Abb. 5-13a). Besonders beim Großen Panda finden sich viele reife Gelbkörper. Neben diesen sehr großen (maximal 24,8 mm x 19,8 mm) und teilweise gekammerten (bei Eis- und Kragenbären) Gelbkörpern sind auch Restgelbkörper zu finden.

Der gewichtsbezogene Durchmesser des Uterus nimmt mit zunehmender Körpergröße der Tiere ab. Die Durchschnittswerte umfassen einen Bereich von 3,05 (\pm 0,36) mm/100 kg KGW bei den Eisbären bis 12,10 (\pm 2,59) mm/100 kg KGW bei den Brillenbären.

Das Verhältnis zwischen Endometrium und Uterusdurchmesser (=1) (Abb. 5-13b) ergibt eine mit zunehmendem Gewicht geringgradig ansteigende Tendenz, die in einem Größenbereich von 0,66 angesiedelt ist (Abb. 5-14).

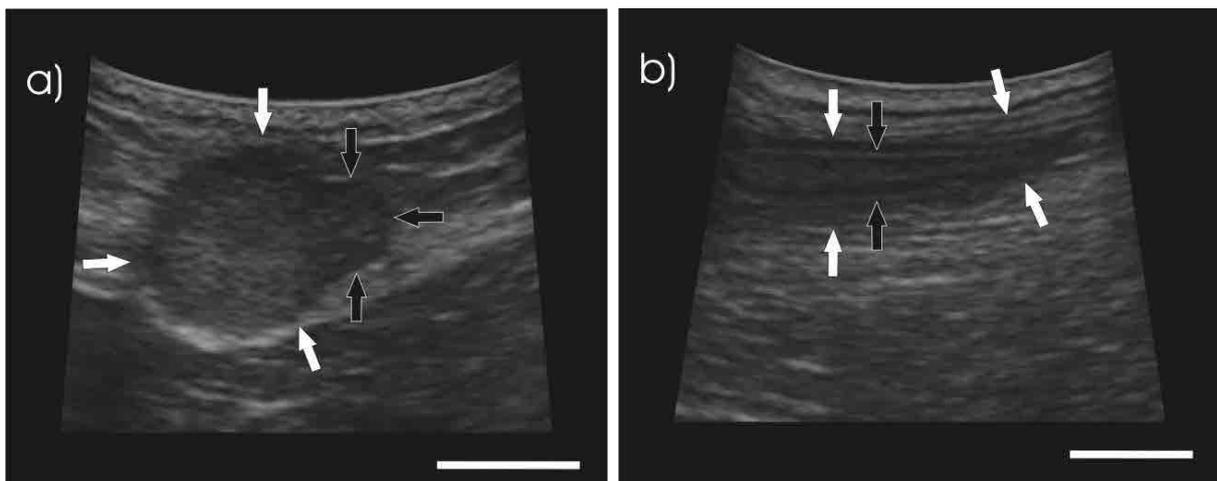


Abb. 5-13: nicht trächtiger Braunbär: sonographischer Querschnitt durch
a) ein Ovar (\Rightarrow) mit einem Blütegelbkörper (\blackrightarrow) und
b) dem Uteruskörper (\Rightarrow) mit Endometrium (\blackrightarrow). Der Maßstab repräsentiert 10 mm.

Tab. 5-9: Darstellung der durchschnittlichen (MW), minimalen (Min.) und maximalen (Max.) Anzahl der Funktionskörper pro Ovar, deren Durchmesser (Durchm.) in [mm] und ihre Interpretation bei nicht trächtigen Weibchen aus sechs Bärenarten während der physiologischen Trächtigkeitsphase. Follikuläre Aktivität weitestgehend eingestellt. Gelbkörper dominante Struktur auf dem Organ: in Blüte und in Rückbildung als *Corpus luteum* (C.l.), aber ebenfalls noch Reste der vorherigen Brunst als *Corpus albicans* (C.alb.). n = Anzahl der untersuchten Individuen

Art	Follikel pro Ovar: MW (Min. – Max.)			Gelbkörper pro Ovar: MW (Min. – Max.)		
	Anzahl	Durchm. [mm]	Status	Anzahl	Durchm. [mm]	Status
Brillenbär (n=1)	0,50 (0 – 2)	3,30 (3,30 – 3,30)	Sekundär atretisch	1,00 (0 – 2)	6,85 (5,20 – 9,60)	C.l.
Schwarzbär (n=1)	0	-	-	1,50 (1 – 2)	6,47 (5,20 – 7,60)	C.l.
Großer Panda (n=1)	0,50 (0 – 1)	3,10	ähnlich Zyste	4,50 (4 – 5)	6,16 (4,00 – 9,30)	C.l.
Kragenbär (n=2)	0	-	-	1,25 (0 – 3)	8,77 (4,80 – 12,0)	C.l. (1x mit Hohlräum 2,1 mm)
Braunbär (n=13)	0,14 (0 – 2)	3,60 (1,70 – 5,10)	Sekundär – Tertiär, atretisch	1,08 (0 – 3)	9,40 (4,70 – 19,80)	C.l., C.alb.
Eisbär (n=2)	1,43 (0 – 5)	2,67 (2,00 – 3,00)	Sekundär	1,00 (0 – 2)	9,32 (2,00 – 24,80)	C.l. (1x mit Hohlräum 2,9 mm), C.alb.

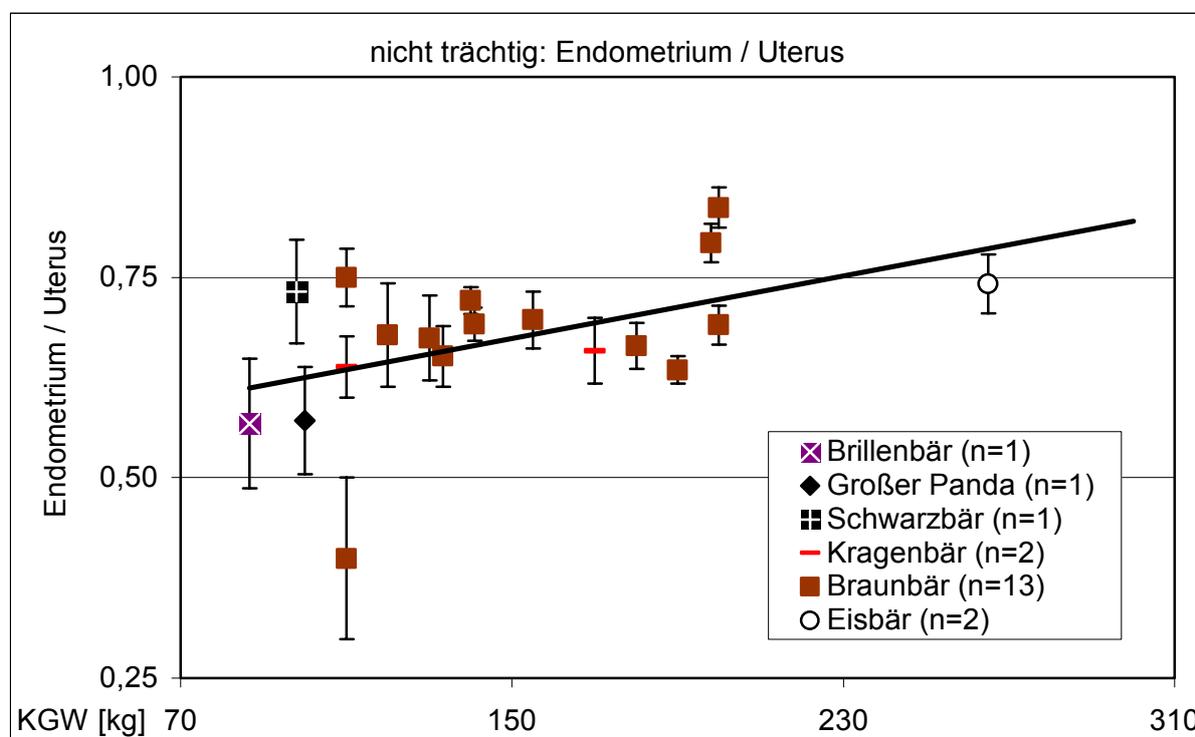


Abb. 5-14: Verhältnis des Durchmessers von Endometriums zum Uterus bei nicht trächtigen Weibchen aus sechs Bärenarten während des physiologischen Trächtigkeitzeitraumes. Relativ konstantes Verhältnis von 0,66:1. Steigung der Trendlinie < 0,01, Abweichungen angegeben als SEM, n = Anzahl der untersuchten Individuen.

5.1.2.6. Saisonalen Veränderungen des weiblichen Geschlechtsapparates

Für 29 Individuen dreier Arten (Brillenbär, Großer Panda und Braunbär) liegen für nahezu alle Stadien des Reproduktionszyklus insgesamt 90 Untersuchungsergebnisse vor. Die ermittelten Einzelwerte sind in Anhang 4 aufgelistet. Zur Vergleichbarkeit sowohl der Reproduktionsstadien innerhalb einer Art als auch der drei Arten untereinander sind die Ergebnisse in Relation zueinander gesetzt. Als Relation (=1) ist das Stadium definiert, in welchem die meisten Einzeluntersuchungen durchgeführt wurden. Das sind die Stadien „nicht trächtig“ bei Braun- und Brillenbären und „Anöstrus“ beim Großen Panda.

Es zeigt sich, dass das Ovar im Anöstrus das kleinste Volumen aufweist (Abb. 5-15 Oben). Im Zyklusverlauf kommt es zu einer Größenzunahme. Das Ovar des Braunbären erreicht bereits während des Östrus ein Maximum (126 %), das des Großen Pandas während der Diapause (155 %) und das des Brillenbären während der Trächtigkeit (166 %). Sind die Tiere nicht trächtig, kehren die Volumina auf ihre anöstralen Basiswerte zurück. Allein der Große Panda weist während dieses Stadiums noch ein erhöhtes Ovarvolumen (140 %) auf.

Beim Großen Panda ist der Durchmesser des Uterus im nicht trächtigen Stadium am kleinsten (Abb. 5-15 Mitte). Er nimmt während des Anöstrus und des Östrus zu und erreicht während der Diapause sein Maximum (135 %). Danach nimmt der Durchmesser wieder ab, ist jedoch während der Trächtigkeit größer als bei der Untersuchung am nicht trächtigen Tier. Bei den anderen beiden Arten ist der Uterusdurchmesser während des Östrus am kleinsten und nimmt zur Trächtigkeit beziehungsweise Nicht-Trächtigkeit hin zu. Das Maximum ist bei den nicht trächtigen Tieren zu finden (100 %). Der gemessene Wert liegt beim Braunbären geringfügig über dem des Anöstrus.

Das Verhältnis Stärke des Endometriums zu Uterusdurchmesser ist bei allen Arten durch unterschiedliche Verläufe gekennzeichnet (Abb. 5-15 Unten). Beim Brillenbären ist das Endometrium während des Östrus, der Diapause und bei trächtigen Tieren etwa 20 % stärker ausgebildet als bei nicht trächtigen Bären. Beim Großen Panda hingegen ist das Endometrium während des Anöstrus am Stärksten angebildet. Es nimmt während des Östrus ab und erreicht während der Diapause ein Minimum von 71 %. Bei trächtigen Tieren steigt das Verhältnis wieder an, bleibt jedoch geringer als bei den nicht trächtigen Tieren. Beim Braunbären nimmt das Verhältnis Endometrium zu Uterus in der reproduktiv aktiven Phase zu (Anöstrus 77 %) und erreicht bei nicht trächtigen Tieren sein Maximum von 100 %.

5.1.2.7. Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung des weiblichen Geschlechtsapparates

Die Gonaden der weiblichen Großbären zeigen im Anöstrus ihr kleinstes gewichtsbezogenes Volumen (1,8 cmm/100 kg KGW) und entsprechen reziprok der Körpermasse der Tiere. Mit zunehmendem Gewicht des Individuums werden die Ovarien verhältnismäßig kleiner. Sowohl während des Östrus und der Diapause als auch bei nicht trächtigen Tieren sind die Ovarien jedoch nicht körpergrößenabhängig und besitzen bei allen Arten ein relatives

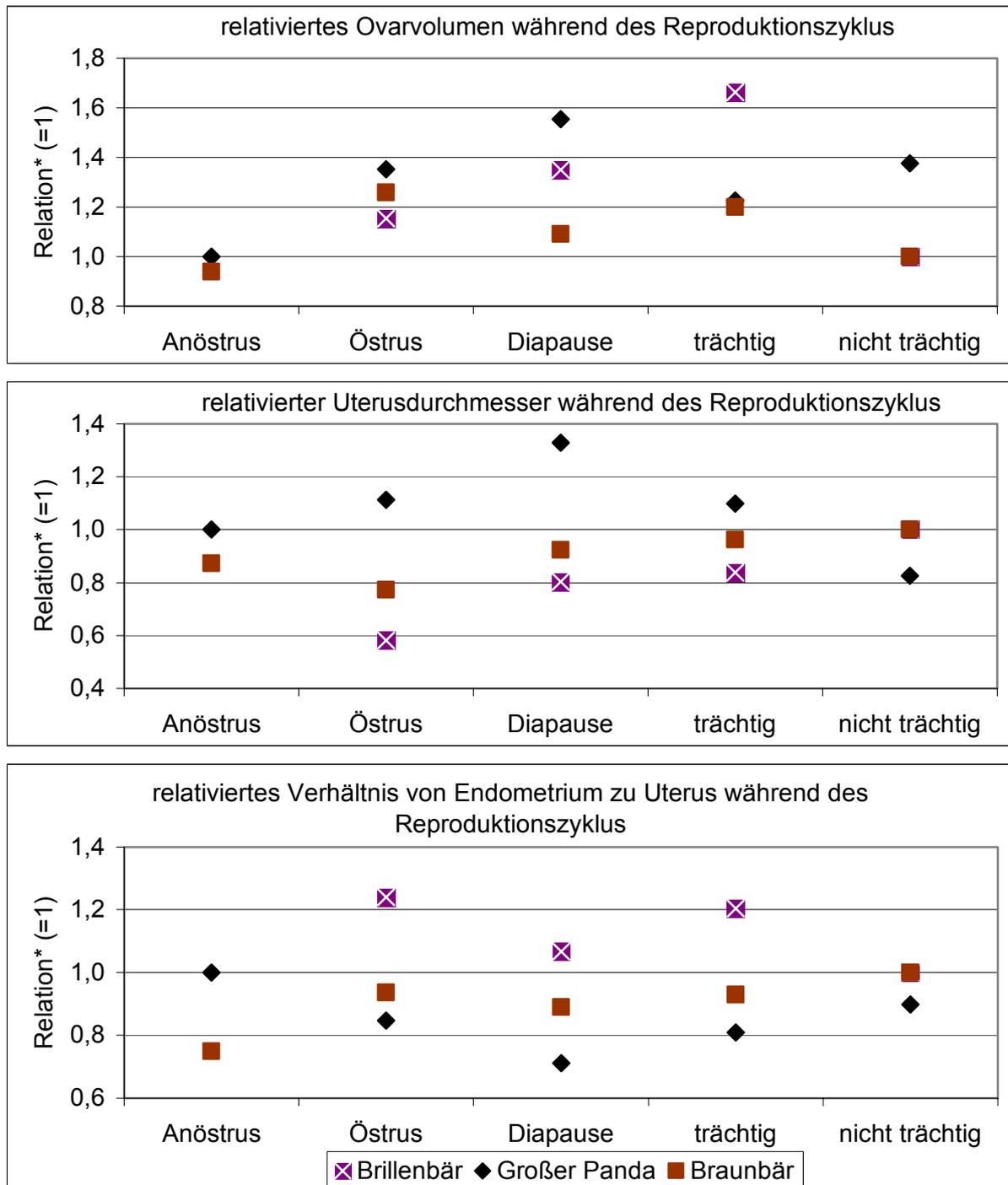


Abb. 5-15: Darstellung der Veränderungen an Uterus und Ovar während des Reproduktionszyklus bei drei Bärenarten. (*) Als Relation (=1) werden bei Braun- und Brillenbär die Werte aus „nicht trächtig“ herangezogen, beim Großen Panda die aus dem „Anöstrus“.

Oben: Während des Anöstrus ist das Ovar am kleinsten; im weiteren Verlauf nimmt das Ovarvolumen zu und erreicht zu unterschiedlichen Stadien sein Maximum, bei nicht tragenden Tieren nimmt das Volumen wieder ab.

Mitte: Nur beim Großen Panda liegen die Werte des Uterusdurchmessers während der reproduktiv aktiven Phase über dem Wert des Anöstrus. Bei den beiden anderen Arten befinden sich die Werte der Durchmesser jeweils unter dem Wert der Relation (=1). Eine trächtigkeitsbedingte Größenzunahme ist nicht zu beobachten.

Unten: Unterschiedliche Verläufe beim Verhältnis Endometrium zu Uterus bei allen Arten: bei Brillenbären verschiebt es sich zugunsten des Endometriums in der reproduktiv aktiven Phase, beim Großen Panda hingegen in der inaktiven Phase; beim Braunbären nimmt es ebenfalls in der aktiven Phase zu, ist jedoch bei nicht trächtigen Tieren am größten.

Volumen von ca. 2 ccm/100 kg KGW, das während der Trächtigkeit auf ein Maximum von 2,4 ccm/100 kg KGW ansteigt. Trächtige Tiere wiederum zeigen eine reziproke Abhängigkeit der Ovargröße zur Körpermasse. Eine Ausnahme bildet der Große Panda, der in jedem Reproduktionsstadium ca. viermal so große Gonaden besitzt wie die anderen Arten. Bei den drei meistuntersuchten Arten wird zudem eine saisonale Größenzunahme der Gonaden beobachtet: bei Brillen- und Braunbären liegt das Größenmaximum in der Trächtigkeit, beim Großen Panda in der Diapause. Minimalwerte ergeben sich bei diesen Tieren im Anöstrus. Die detektierten Funktionskörper der Gonaden entsprechen jeweils den Reproduktionsstadien und sind bei allen untersuchten Arten in Größe und Erscheinung gleich. Während des Anöstrus sind die Ovarien inaktiv; es sind jeweils nur kleine Follikel oder Gelbkörperreste zu beobachten, die in jeder Reproduktionsphase zu finden sind. Bei zwei Braunbären finden sich zystische Entartungen auf den Ovarien. Die Anbildung von Graaf Follikeln mit seinen Vorläuferstadien findet während des Östrus statt. Beim Großen Panda werden massive Follikelanbildungen mit einem beerenähnlichen Erscheinungsbild beobachtet. Während der Diapause sind große Follikel nur noch vereinzelt vorhanden, Gelbkörper sind die dominierenden Funktionskörper. Diese können sich in Anbildung befinden oder in ausgereiftem Zustand große Ausdehnungen mit bis zu 20 mm im Querschnitt annehmen und gekammert sein. Zu Anfang sowie zum Ende der Diapause wurden vermehrt Gelbkörper in Anbildung detektiert. Ausgereifte Gelbkörper treten sowohl bei trächtigen als auch bei nicht trächtigen Bären auf. Die Anzahl der Trächtigkeitsgelbkörper entspricht meist denen der detektierten Fruchtanlagen.

Der Uterusdurchmesser folgt strikt der Körpergröße beziehungsweise -masse der Tiere. Seine Länge nimmt mit der Körpergröße zu. Zudem stellt sich der Uterus eines Schwarzbären in der Diapause länger dar als während des Anöstrus. Die Länge der Uterushörner nimmt in Bezug zur Länge des Uteruskörpers mit zunehmendem Körpergewicht ab. Entgegen diesem Längenbefund besitzen Uterushörner und Uteruskörper jedoch etwa den gleichen Durchmesser. Der Durchmesser verhält sich wiederum reziprok zur Körpergröße des Tieres. Mit zunehmendem Gewicht des Individuums wird der Uterus verhältnismäßig dünner. Eine Ausnahme bildet der Große Panda, der während des Östrus, der Diapause und der Trächtigkeit einen herausragend großen Uterusdurchmesser besitzt. Die saisonale Abhängigkeit des Durchmessers ist nicht einheitlich. Der Große Panda besitzt in der Diapause ein Maximum, die Braun- und Brillenbären dagegen während der Trächtigkeit. Minimalwerte werden beim Großen Panda im "nicht trächtigen" Reproduktionsstadium beziehungsweise im Anöstrus beobachtet, bei Braun- und Brillenbären dagegen während des Östrus.

Das Verhältnis von Endometrium zu Uterus ist körpergrößenabhängig. Die ermittelten Werte nehmen mit zunehmendem Körpergewicht geringfügig zu. Dies gilt nicht im Anöstrus, in welchem sie geringfügig abnehmen. Das Verhältnis von Endometrium zu Uterus schwankt in allen Stadien minimal um konstante Werte; bei trächtigen und nicht trächtigen Tieren ist die Schwankung am größten (0,66 und 0,63) während des Anöstrus am kleinsten (0,58). Bei der standardisierten Betrachtung der saisonalen Veränderungen ergibt sich beim Großen Panda ein umgekehrtes Verhältnis: während des Anöstrus ist das Endometrium am stärksten ausgebildet (1,00), während der Diapause am schwächsten (0,71). Abweichungen zeigen auch die Brillenbären, die ein Maximum der Endometriumsproliferation während des Östrus (1,24) und ein Minimum bei nicht trächtigen Tieren (1,00) erreichen.

5.2. Spermatologische Untersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse von 17 Ejakulaten sieben männlicher Bären aus drei Arten liegen dieser Studie vor. Die einzelnen Messergebnisse sind in Anhang 5 detailliert dargestellt, Tabelle 5-10 zeigt einen zusammenfassenden Überblick.

Ein Ejakulat weist in der Regel ein Volumen von wenigen Millilitern auf, zeigt eine weißliche bis gelb-weißliche, milchige Färbung und ist geruchlos.

Tab. 5-10: Ergebnisse der spermatologischen Untersuchungen am Großen Panda, an Braunbären und Brillenbären während Paarungszeit (Paarung) und Ruhezeit (Ruhe); n = Anzahl der Untersuchungen. Alle Angaben als Mittelwerte (MW) \pm Standardabweichung (STABW) der Gesamtejakulate und minimale bzw. maximale Werte der einzelnen Fraktionen (Min. – Max.) angegeben; Ejakulate mit Urinkontaminationen (Urin).

MW (\pm STABW) (Min – Max)	Großer Panda „Bao-Bao“		Braunbär		Brillenbär (4 Tiere)	
	Paarung (n=10)	Ruhe (n=1)	Paarung „Boris“	Ruhe „Goschka“	Paarung (n=3)	Ruhe (n=2)
Volumen [ml]	2,95 (\pm 0,86) (0,20 – 3,20)	2,75	7,7 (Urin)	23,50 (Urin)	1,58 (\pm 0,66) (0,05 – 1,65)	0,15 19,00 (Urin)
Konzentration [10 ⁶ Spermien/ml]	573,58 (\pm 543,12) (20,25-3625,00)	447,27	-	5,76	215,81 (\pm 192,52) (5,00 – 820,00)	3533,33 28,84 (Urin)
Motilität [%]	90,55 (\pm 4,62) (80 – 98)	75,00	-	26,70	37,92 (\pm 4,73) (5 – 70)	50,00 9,20 (Urin)

Morphologie:	(n=7)	(n=1)	„Boris“	„Goschka“	„Balu“ (Urin)	„Monkey“
Intakt [%]	62,14 (\pm 29,85) (0,50 – 90,00)	80,85	-	21,00	1,00	82,00
Akrosom in Ablösung [%]	8,83 (\pm 4,92) (0,50 – 15,00)	5,15	-	50,00	83,00	12,50
Akrosom abgelöst [%]	1,49 (\pm 2,20) (0,00 – 6,50)	5,90	-	3,00	2,50	0,50
Ohne Schwanz [%]	9,13 (\pm 9,50) (0,00 – 41,00)	6,10	-	15,00	3,50	3,00
Kopf-/Schwanz- deformationen [%]	18,41 (\pm 35,20) (0,50 – 98,00)	2,00	-	11,00	10,00	2,00
Plasmotropfen [%]	2,87	0,00	-	-	-	-

5.2.1. Großer Panda

Vom Großen Panda „Bao-Bao“ liegen zehn Ejakulate aus der Paarungszeit vor: vier aus dem Zeitraum vor der Brunst des Weibchens, das heißt von März bis Anfang April, drei Ejakulate während der Brunst Mitte April und drei nach der Brunst, aus dem Mai. Ein weiteres Ejakulat stammt aus der Ruhezeit im September. Die Ejakulate setzen sich aus mehreren Fraktionen zusammen, die durch multiple Stimuli gewonnen werden.

Während der Paarungszeit können ein bis vier Fraktionen aufgefangen werden, deren Volumina zwischen 0,2 und 3,2 ml Ejakulat liegen. Die ersten bzw. zweiten Fraktionen weisen im Verhältnis zu den nachfolgenden Fraktionen ein um 24 % geringeres Volumen, eine um 112 % erhöhte Konzentration von Spermien/ml und die gleiche Motilität auf. Das Gesamtvolumen der Ejakulate unterscheidet sich während der Paarungszeit nicht. Vor der Brunst liegt es bei 3,25 (\pm 0,86) ml, während der Brunst bei 2,37 (\pm 0,71) ml und danach bei 3,12 (\pm 0,98) ml. Die Spermienkonzentration verhält sich ebenso wie das Volumen: vor der Brunst werden 568,01 (\pm 868,36) $\times 10^6$ Spermien/ml gefunden, während der Brunst 602,00 (\pm 227,80) $\times 10^6$ Spermien/ml und danach 552,58 (\pm 342,40) $\times 10^6$ Spermien/ml. Die Motilität gleicht sich ebenfalls: sie liegt vor der Brunst bei 90,75 (\pm 5,38) %, während der Brunst bei 88,33 (\pm 5,77) % und danach bei 92,50 (\pm 2,5) %. Aufgrund dieser geringen Unterschiede wurden alle Werte während der Paarungszeit in Tabelle 5-10 zusammengefasst.

Das Ejakulat der Ruhezeit besteht aus zwei Fraktionen und besitzt ein Gesamtvolumen von 2,75 ml, eine Konzentration von 447,27 $\times 10^6$ Spermien/ml sowie eine Motilität von 75 %.

Während der Paarungszeit wird gegenüber der Ruhezeit ein um 7 % vergrößertes Volumen des Ejakulats festgestellt, sowie eine um 28 % erhöhte Spermienkonzentration und 21 % mehr Motilität.

Bei der morphologischen Untersuchung (Abb. 5-16 links) werden vor der Brunst 80,25 (\pm 5,79) % intakte Spermien gefunden, nach der Brunst dagegen nur 38,00 (\pm 33,07) %. Vor der Brunst besteht der größte Anteil nicht intakter Spermien aus Spermien, deren Akrosomen sich in Ablösung befinden (9,06 \pm 4,73 %), gefolgt von Spermien ohne Schwanz (5,5 \pm 4,03 %), mit Kopf- oder Schwanzdeformationen (3,59 \pm 1,80 %) sowie mit vollständig abgelöstem Akrosom (1,55 \pm 2,51 %). Plasmatrophen werden ausschließlich am 21. März 1997 (2,87 %) detektiert. Im Mai werden bei 38,17 (\pm 51,85) % aller Spermien Kopf- oder Schwanzdeformationen festgestellt, 13,89 (\pm 13,67) % besitzen keinen Schwanz, bei 8,53 (\pm 6,24) % werden Akrosomen in Ablösungen gefunden, und bei 1,42 (\pm 2,24) % ist dieses bereits abgelöst.

Im September sind 80,85 % der Spermien intakt. Der Anteil nicht intakter Spermien verteilt sich etwa gleichmäßig auf die oben aufgeführten Malformationen, die im Detail in Tabelle 5-10 dargestellt sind.

Während der Paarungszeit werden 23 % weniger intakte Spermien festgestellt als in der Ruhezeit. Der Hauptanteil veränderter Spermien weist Akrosomen in Ablösung und Kopf-/Schwanzdeformationen auf.

5.2.2. Braunbär

Bei beiden Braunbären kommt es zu Urinkontaminationen, welche durch auffallend große Volumina (7,7 ml bei „Boris“; 23,5 ml bei „Goschka“), einer urinähnlichen gelblich-klaaren bis durchsichtigen Farbe und urinspezifischem Geruch gekennzeichnet sind. Nur das Ejakulat von „Goschka“ wird untersucht und zeigt eine im Vergleich mit anderen Ejakulaten deutlich verminderte Spermienkonzentration wie auch Motilität (Tab. 5-10). Bei der morphologischen Untersuchung ist der Anteil von Spermien mit Akrosomen, die sich in Ablösung befinden, wie in Abbildung 5-16 Mitte dargestellt, besonders hoch.

5.2.3. Brillenbär

Von vier Brillenbären liegen vier Ejakulate aus der Paarungszeit und zwei aus der Ruhezeit vor.

Die beiden Ejakulate von „Balu“ aus der Paarungs- und aus Ruhezeit sind urinkontaminiert. Da sie sowohl in ihrem Volumen erhöht, als auch in ihrer Konzentration, Motilität und Anzahl intakter Spermien herabgesetzt sind (Tab. 5-10, Anhang 5), werden die Ergebnisse nicht weiter dargelegt und in dem Vergleich zwischen den Bären nicht berücksichtigt.

Während der Paarungszeit werden von den drei übrigen Tieren, die alle bereits erfolgreich Jungtiere gezeugt haben, je drei bis vier Fraktionen gewonnen, deren Volumina zwischen 0,06 und 1,65 ml liegen. Die qualitativ hochwertigste Fraktion ist jeweils die erste mit maximal 820×10^6 Spermien/ml sowie 70 % Motilität. Die ersten Fraktionen weisen im Verhältnis zu den restlichen Fraktionen erhöhte Werte auf: ein um 54 % höheres Volumen, eine um 526 % erhöhte Spermienkonzentration sowie eine um 97 % höhere Motilität. Das Gesamtvolumen der Ejakulate liegt bei den drei Tieren zwischen 0,9 und 2,21 ml. Die Spermienkonzentration reicht von 96,99 bis $437,93 \times 10^6$ Spermien/ml, die Motilität von 32,5 – 41,3 %.

Aus der Ruhezeit wird ein Ejakulat von „Monkey“ untersucht, dessen einzige Fraktion ein Volumen von 0,15 ml, eine sehr hohe Konzentration von $3533,33 \times 10^6$ Spermien/ml und eine Motilität von 50 % aufweist. In der morphologischen Untersuchung (Abb. 5-16 rechts) zeigen sich 82 % der Spermien intakt, bei 12,5 % befindet sich das Akrosom in Ablösung.

Während der Paarungszeit wird insgesamt ein 100-fach größeres Volumen, eine 16,4-fach geringere Spermienkonzentration und 31,9 % weniger Motilität festgestellt als während der Ruhezeit.

5.2.4. Zusammenfassung der spermatologischen Ergebnisse

Während der Paarungszeit werden beim Großen Panda und bei den Brillenbären die größten Ejakulate gewonnen. Die ersten Fraktionen sind qualitativ am hochwertigsten. Das Gesamtvolumen sowie die einzelnen Fraktionen sind beim Großen Panda etwa doppelt so groß wie die der Brillenbären. Nach der Brunst des Weibchens fällt der Anteil intakter Spermien auf 50 %. Während der Paarungszeit weist der Große Panda im Vergleich zu den Brillenbären eine 2,6-fache höhere Spermienkonzentration, 3,2-mal mehr Spermien pro Ejakulat und eine um 60 % höhere Motilität auf. Während der Ruhezeit wird beim Brillenbären ein kleines, jedoch hochkonzentriertes Ejakulat gewonnen.

Der Große Panda und die Brillenbären weisen während der Ruhezeit einen etwa gleich hohen Prozentsatz (~80 %) intakter Spermien auf. Die am häufigsten auftretenden Spermienmissbildungen sind beim Großen Panda Kopf-/Schwanzdeformationen gefolgt von schwanzlosen Spermien sowie Akrosomen in Ablösung. Bei den Brillenbären werden am häufigsten Spermien gefunden, deren Akrosomen sich in Ablösung befinden, sowie viele Spermien mit Kopf-/Schwanzdeformationen. Plasmatropfen werden nur beim Großen Panda in nur einem Fall zu 2,9 % detektiert.

Eine Urinkontamination der Ejakulate, wie sie bei Braun- und Brillenbären auftrat, hat neben Farb- und Geruchsveränderungen eine Volumenvermehrung und einen Qualitätsabfall mit einem hohen Prozentsatz malformierter Spermien zur Folge.

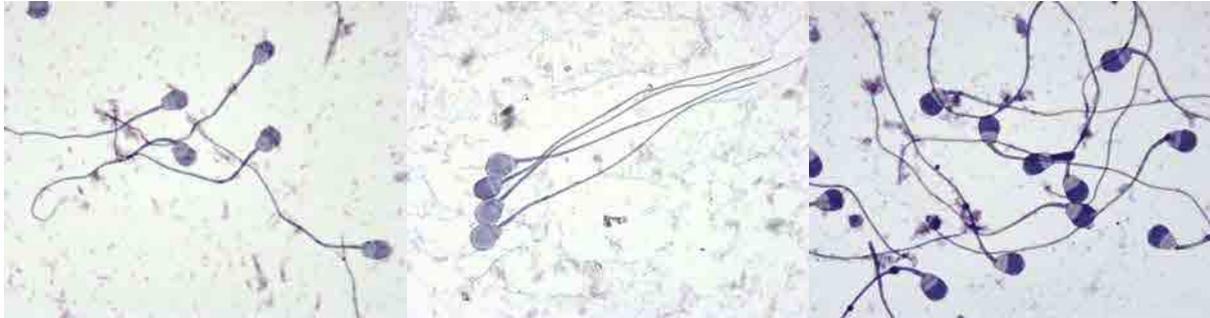


Abb. 5-16: links: Spermatozoen vom Großem Panda, Mitte: vom Braunbären mit Akrosomen in Ablösung und rechts: vom Brillenbären mit Kopf-/Schwanzdeformationen. 400-fache Vergrößerung, Kongorot-/ Brilliantkresylblau-Färbung.

5.3. Laboranalytische Untersuchungen

In den folgenden Abschnitten werden in zwei Teilen die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen dargestellt. Im endokrinologischen Teil werden die saisonalen Verläufe der Steroidmetaboliten Estradiol (E2), Progesteron (P4), Pregnanol (PD) sowie Epiandrosteron im Kot, Urin und Speichel beschrieben. Im zweiten Teil werden flüchtige Substanzen im Urin (Volatiles) während des Östrus veranschaulicht, die mittels GCMS und colorimetrischem Enzymassay bestimmt wurden.

Als Peaks im Profilverlauf werden diejenigen Werte bewertet, die größer oder gleich der Summe aus Mittelwert (MW) und der dreifachen Standardabweichung (STABW) sind:

$$Peak = MW + 3 \times STABW$$

5.3.1. Endokrinologische Untersuchungen

5.3.1.1. Großer Panda

Die Messungen urinärer Steroidmetaboliten der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ sind von 1997 bis 2003 durchgeführt worden (Tab. 5-11). Aufgrund einer Azyklie (Meyer *et al.* 1997) wurde „Yan-Yan“ in den Jahren 1997, 1998, 1999 und 2001 hormonell stimuliert (Hildebrandt *et al.* 2000a), was zu unphysiologisch hohen Hormonkonzentrationen (Maximum 2001: 15000 ng Estradiol/ml Urin) führte. Aus diesem Grund wird auf die Daten dieser Jahre verzichtet.

Tab. 5-11 Zeiträume der Estradiolpeaks (E2) bei der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ von 1997 bis 2003 unter Angabe des mittels Ultraschall bestimmten Zyklusstatus (s. 5.1.)

Zeitraum des Estradiolpeaks	Peakhöhe [ng E2/ml Urin]	Datum der Ultraschalluntersuchung: Zyklusstatus
14.04. – 23.04.1997	558,00 – 1065,00*	08.04.1997: Östrus
19.04. – 24.04.1998	4240,00 – 7560,00*	09.04.1998: Östrus
18.05. – 19.05.1999	1320,00 – 2105,00*	19.05.1999: Östrus
29.04. – 30.04.2000	49,50 – 68,80	Keine Ultraschalluntersuchung
04.05. – 06.05.2001	4640,00 – 15000,00*	19.04.2001: Östrus
11.04. – 17.04.2002	228,40 – 430,80	17.04.2002: Östrus
10.04. – 17.04.2003	82,35 – 174,85	19.04.2003: Diapause

*Werte nach hormoneller Behandlung mit PMSG, FSH und/oder GnRH

In Abbildung 5-17 sind die Verläufe der urinären Steroidmetaboliten aus den Jahren 2000, 2002 und 2003 veranschaulicht.

Die Verläufe der urinären Sekretion von Estradiol (E2) dieser Jahre ähneln sich, besitzen jedoch unterschiedlich hohe Niveaus: die Mittelwerte schwanken zwischen 8,80 ng und 25,96 ng E2/ml Urin (2000 bzw. 2002), die Peaks liegen zwischen 49,50 ng und 430,80 ng E2/ml Urin (2000 bzw. 2002). Exemplarisch wird das Estradiolprofil aus dem Jahr 2003 genauer beschrieben, da dessen Werte zwischen denen von 2000 und 2002 liegen.

Zwischen Januar und Anfang April beträgt der Estradiolspiegel $12,02 (\pm 8,02)$ ng E2/ml. Ab Anfang April beginnt er allmählich zu steigen und erreicht einen ersten Peak am 10. April ($116,15$ ng E2/ml Urin) und einen zweiten zwischen dem 14. und 17. April ($82,35 - 174,85$ ng E2/ml Urin). Danach fallen die Werte auf ein Basisniveau von $5,96 (\pm 4,86)$ ng E2/ml Urin. Die Estradiolpeaks von 2002 und 2003 liegen im gleichen Zeitraum wie das von Tang (2002) und Dunkel (2003) beschriebene Östrusverhalten (unveröffentlichte Mitteilungen), das zwischen dem 4. und 19. April 2003 bzw. 4. und 17. April 2003 beobachtet wurde. Künstliche Besamungen in diesen Jahren führten zu keinen Trächtigkeiten. Der markante Estradiolpeak während der Paarungszeit (zehnfacher Anstieg) kann anhand der Messungen im Speichel nicht nachvollzogen werden (Daten nicht gezeigt).

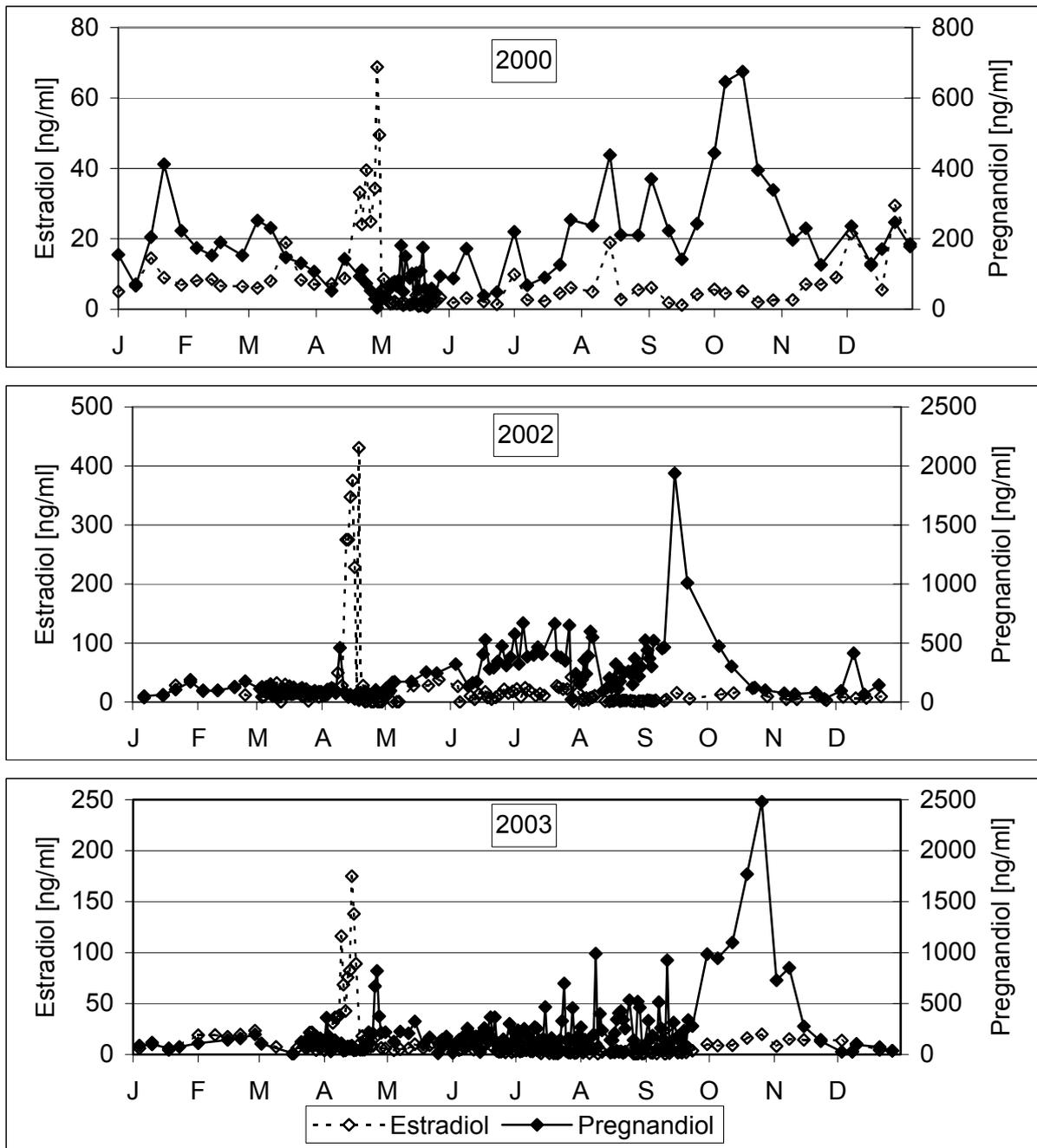


Abb. 5-17: Estradiol- sowie Pregnanediolprofile aus dem Urin der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ aus den Jahren 2000, 2002 und 2003.

Die Profile des Progesteronmetaboliten Pregnandiol (PD) aus den Jahren 2002 und 2003, in welchen künstliche Besamungen durchgeführt werden, ähneln sich ebenfalls und liegen durchschnittlich in einem Messbereich von 218,50 (\pm 226,61) und 229,67 (\pm 290,56) ng PD/ml Urin. Wie bereits bei den Estradiolwerten werden auch hier die Profile am Beispiel des Jahres 2003 beschrieben. Zwischen Januar und dem Ende der Paarungszeit im April liegt der basale Pregnandiolpegel bei 104,16 (\pm 64,94) ng PD/ml Urin. Nach dem Estradiolpeak steigt er in der letzten Aprilwoche auf 384,00 (\pm 258,12) ng PD/ml Urin an und fällt danach auf 126,00 ng PD/ml Urin zurück. Von Mitte Mai bis Ende September nehmen die Werte langsam bis 206,04 (\pm 162,38) ng PD/ml Urin zu, was dem Zeitraum der verzögerten Implantation entspricht. Der steile Anstieg von Oktober bis November auf 1264,91 (\pm 632,62) ng PD/ml Urin mit Peakwerten von 2479,90 ng PD/ml Urin spiegelt, da keine Jungtiere geboren werden, eine Pseudoträchtigkeit wieder. Mitte November fallen die Werte mit 94,66 (\pm 88,65) ng PD/ml Urin auf Basisniveau zurück. 2002 liegt der Zeitraum der Gestagenerhöhung etwas früher (September bis Oktober) und erreicht Peakwerte von 1937,80 ng PD/ml Urin. Auch im Jahr 2000, in dem keine künstliche Besamung durchgeführt wird, steigen die Pregnandiolkonzentrationen von September bis Oktober an, erreichen jedoch nur maximal 675,00 ng PD/ml Urin.

Um die beim Großen Panda eingesetzten Methoden zur Ovulationsdetektion und Trächtigkeitsmanagement an anderen Bärenarten zu überprüfen, werden Hormonprofile von Braun- sowie Brillenbären angefertigt.

5.3.1.2. Braunbär

Von der Braunbärin „Bianca“ werden Urinprofile aus den Jahren 2001 und 2002 erstellt. Der Verlauf der Reproduktionssaison 2002 vom 23. Januar 2002 bis 31. Januar 2003 ist in Abbildung 5-18 dargestellt.

Die urinären Estradiolwerte liegen deutlich unter denen des Großen Pandas. Im Profil der Saison 2002 betragen sie während des Anöstrus von Januar bis Ende Mai im Durchschnitt 0,52 (\pm 0,28) ng E2/ml Urin. Anfang Juni beginnen sie allmählich anzusteigen und erreichen am 10. und 11. Juni einen Höhepunkt (3,19 und 2,80 ng E2/ml Urin). Zuvor sind vom 27. Mai bis 4. Juni Verpaarungen beobachtet worden. Danach fallen die Werte auf ein Basisniveau von 0,43 (\pm 0,27) ng E2/ml Urin. Ab dem 20. November beginnen die Werte langsam wieder zuzunehmen ($>$ 0,75 ng E2/ml Urin) und erreichen im Dezember Maxima bis zu 8,14 ng E2/ml Urin. Am 29. November wird mittels Ultraschall eine seit wenigen Tagen implantierte Blastozyste nachgewiesen und die Trächtigkeit durch die anschließende Verabreichung von Antigestagenen abgebrochen.

Auch 2001 steigen zwei Tage vor der Antigestagenbehandlung am 16. November die Werte auf 1,31 ng E2/ml Urin und erreichen im Dezember Maxima bis zu 6,55 ng E2/ml Urin. Es werden zwar Verpaarungen beobachtet, jedoch kein sonographischer Trächtigkeitsnachweis durchgeführt.

Die Messung von Epiandrosteron hat sich als Verfahren zur Anzeige der Follikelaktivität beim Malaienbären bewährt (Schwarzenberger *et al.* 1998). Um zu überprüfen, ob dieses Verfahren beim Braunbären als Alternative zur Ovulationsdetektion eingesetzt werden kann, werden 2002 Urin und Kot mittels zweier verschiedener Enzyme untersucht. Im Profil ist

jedoch kein Anstieg während des Östrus bzw. Paarungsverhaltens zu erkennen. Ebenso verhält sich die Messung von Estradiol im Speichel (Daten nicht gezeigt).

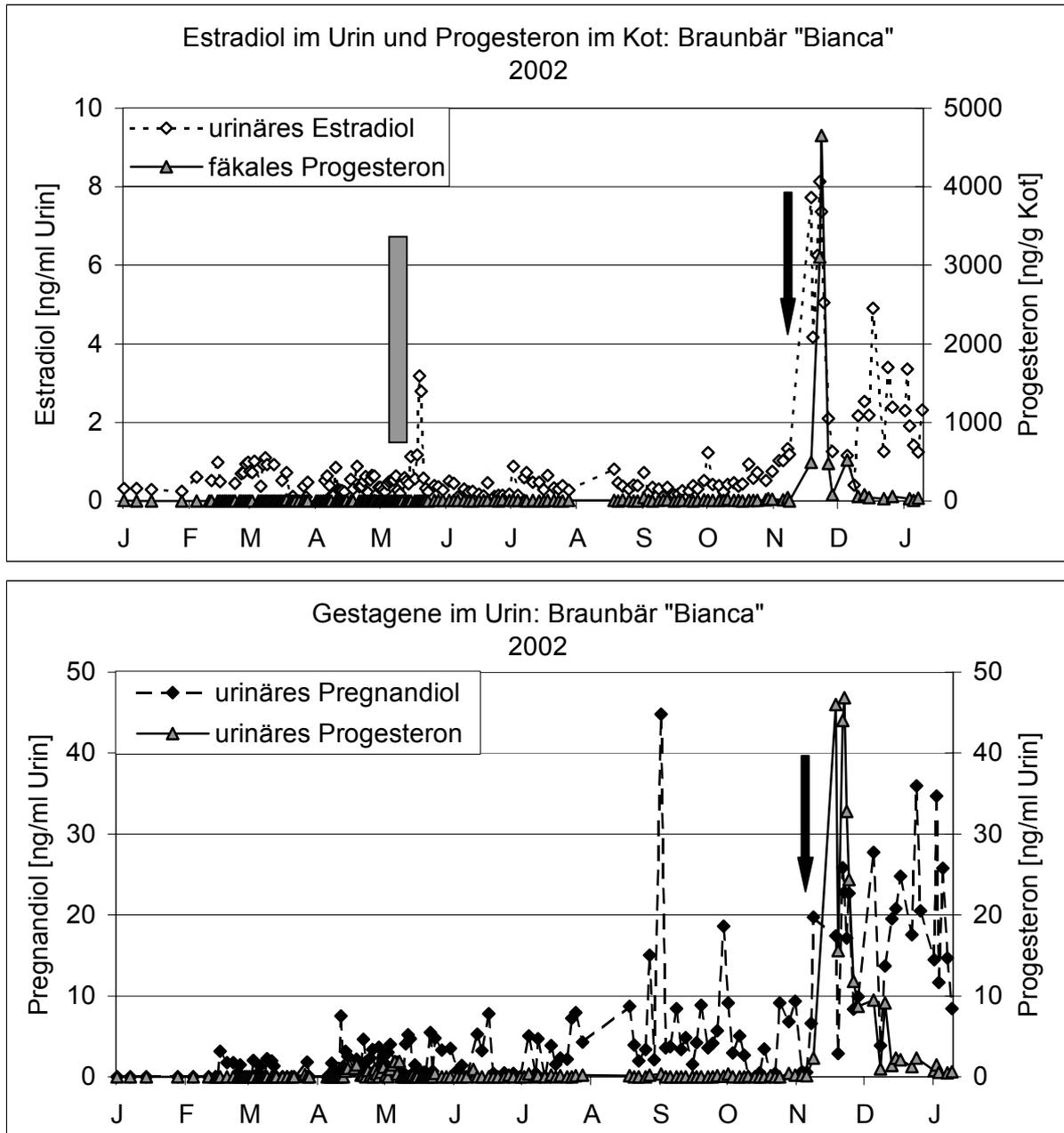


Abb. 5-18: Estradiol-, Pregnanndiol- und Progesteronprofil im Urin, bzw. Progesteron im Kot der Braunbärin Bianca der Reproduktionssaison 2002. Paarungsbeobachtungen (grauer Balken) und Trächtigkeitsnachweis mittels Ultraschall mit anschließender Antigestagenbehandlung (schwarzer Pfeil).

Tab. 5-12: urinäres Progesteron [ng P4/ml Urin] vor und nach dem Zeitraum der Implantation bei einem trächtigen („Bianca“) und drei nicht trächtigen Braunbären. Abweichung angegeben als STABW.

Progesteron (P4)	Bianca	Dascha	Dunkle-S	Helle-S
Vor Implantation	0,16 (± 0,38)	0,70 (± 0,72)	0,38 (± 0,44)	1,00 (± 0,99)
Nach Implantation	15,39 (± 16,87)	0,17 (± 0,34)	1,22 (± 0,49)	1,25 (± 0,70)

Das Trächtigkeitsmonitoring wird in Anlehnung an den Großen Panda mittels urinärem Pregnanndiol versucht. Die Profile zeigen jedoch keine Beziehung zur Trächtigkeit (Abb. 5-18). 2001 liegen die Pregnanndiolwerte vom 22. August bis 14. November bei 0,43 (\pm 0,74) ng PD/ml Urin und steigen bis Mitte Januar 2002 geringfügig auf 0,91 (\pm 0,90) ng PD/ml Urin an. In der Saison 2002 liegen die Werte bis Mitte November zwischen 0 und 20 ng PD/ml Urin mit einem Peak am 23. September von 44,83 ng PD/ml Urin. Danach steigen sie auf 17,62 (\pm 8,81) ng PD/ml Urin, Mitte Januar 2003 weiter auf 18,59 (\pm 9,12) ng PD/ml Urin, anstatt abzufallen.

Als Alternative wird der Progesterongehalt im Urin sowie im Kot untersucht (Abb. 5-18). Die Verläufe in beiden Medien ähneln sich. Während der Saison 2002 liegen die Werte bis zur Verpaarung im Juni auf einem Basisniveau von 0,14 (\pm 0,33) ng P4/ml Urin bzw. 0,91 (\pm 2,07) ng P4/g Kot. Im Kot ist danach ein leichter Anstieg auf 5,33 (\pm 5,91) ng P4/g Kot zu verzeichnen, die Urinwerte verbleiben auf gleichem Niveau. Wenige Tage vor der Ultraschalluntersuchung und der Antigestagenbehandlung, zum Zeitpunkt der Implantation, steigen die Progesteronwerte in beiden Medien weiter an und erreichen Mitte Dezember Maxima von 46,03 ng P4/ml Urin bzw. 4655 ng P4/g Kot. Anfang Januar 2003 kehren die Werte wieder auf Basisniveau zurück. Auch in der Saison 2001 kommt es in beiden Medien zum Anstieg der Progesteronwerte Anfang Dezember, die jedoch mit Maximalwerten von 1,60 ng P4/ml Urin bzw. 409,40 ng P4/g Kot weit unterhalb der 2002 gemessenen liegen.

Um die Eignung von Progesteron im Urin zur Implantationsdiagnostik zu testen, wird der Urin von drei Braunbären („Dascha“, „Dunkle-S“ und „Helle-S“), die nicht zur Verpaarung kamen, vor und nach dem Zeitraum der Implantation untersucht und mit den Werten der nachweislich trächtigen „Bianca“ verglichen (Tab. 5-12). Anhand von je vier Proben aus dem Zeitraum von September bis Mitte November bzw. von Ende November bis Dezember, kann gezeigt werden, dass die Werte der nicht trächtigen Bären vor der Implantation im gleichen Größenbereich (unter 2 ng P4/ml Urin) liegen wie die der trächtigen Bärin, nach dem Zeitpunkt der Implantation jedoch keinen Anstieg aufweisen.

Die Untersuchungen aus dem Speichel erbringen keine auswertbaren Ergebnisse (Daten nicht gezeigt).

5.3.1.3. Brillenbär

Vom Brillenbären „Peruana“ werden Profile aus dem Untersuchungszeitraum vom 21. Juni 2002 bis 13. Januar 2003 erstellt. Während dieser Zeit wird die Bärin beinahe permanent gedeckt. Keine Paarungen finden während einer dreiwöchigen Periode im September und nach Absperren des Männchens im November und Dezember statt. Die eindeutige Einschränkung einer Paarungszeit ist somit nicht möglich. Eine Ultraschalluntersuchung am 16. Oktober 2002 erbringt die Gewissheit einer seit drei Wochen bestehenden Trächtigkeit mit einem rückberechneten Implantationsdatum vom 25. September 2002. Am 25. November 2002, während des errechneten Geburtszeitraumes, wird Blut im Urin beobachtet, jedoch keine Früchte gefunden, was Fötophagie vermuten lässt.

Das Profil des urinären Estradiols (Abb.5-19) schwankt im Durchschnitt um den Wert 0,22 (\pm 0,26) und lässt keine Peaks während der berichteten Verpaarungen erkennen. Die Estradiolwerte steigen erst nach der vermeintlichen Geburt an und erreichen zwei Peaks am

30. November und 3. Dezember (1,10 und 1,00 ng E2/ml Urin). Die Tiere werden zu diesem Zeitpunkt getrennt gehalten.

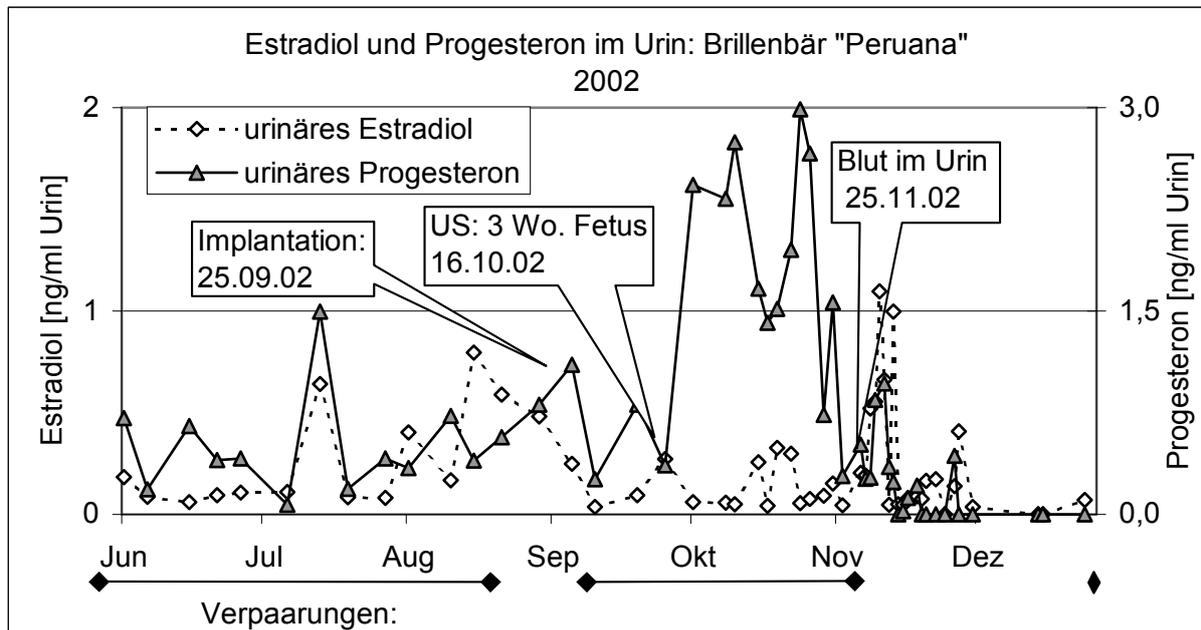


Abb. 5-19: Estradiol und Progesteron im Urin der Brillenbärin „Peruana“ von Juni 2002 bis Januar 2003. Berichtete Verpaarungen als Linie unter dem Datum angegeben.

Die urinären Pregnandiolwerte betragen vor der Implantation $4,26 (\pm 2,18)$ ng PD/ml Urin. Nach der Implantation verweilen sie für weitere vier Wochen auf diesem Level und steigen ab dem 21. Oktober auf $8,38 (\pm 4,76)$ ng PD/ml Urin an. Nach der vermeintlichen Geburt steigen sie weiter auf ein Niveau von $12,41 (\pm 5,72)$ ng PD/ml Urin mit zwei Höhepunkten zum gleichen Zeitpunkt wie die Estradiolpeaks im Urin (30.11. und 03.12.: 17,98 und 19,78 ng PD/ml Urin). Da zum Ende der Trächtigkeit ein Abfall der Gestagene zu erwarten wäre, wird alternativ der Urin auf den Gehalt von Progesteron untersucht (Abb. 5-29). Die Werte liegen vor der Implantation bei $0,53 (\pm 0,36)$ ng P4/ml Urin mit zwei Maxima am 2. August und am 25. September, dem Zeitpunkt der Implantation (1,5 bzw. 1,1 ng P4/ml Urin). Sie steigen wie Pregnandiol vier Wochen nach der Implantation auf Maximalwerte von 2,99 ng P4/ml Urin an, fallen aber wenige Tage vor der Geburt auf $0,20 (\pm 0,29)$ ng P4/ml Urin ab. Vom 29. November bis 1. Dezember kommt es nochmals zu einem geringen Anstieg (90,7 ng P4/ml Urin), danach werden wieder Basiswerte gemessen.

Eine zweite Brillenbärin, „Julia“, die im Jahr 2002 keine Anzeichen einer Brunst erkennen lässt, weist vom 3. Juli 2002 bis Ende September, dem Implantationszeitpunkt bei „Peruana“, Werte von $0,11 (\pm 0,25)$ ng P4/ml Urin auf, die daraufhin bis Jahresende auf nicht mehr nachweisbare Werte absinken.

Um Kot als alternatives Medium zu Urin zu überprüfen, wird von „Peruana“ ebenfalls ein Progesteronprofil angefertigt. Vor der Implantation (25.09.2002) betragen die Werte $45,43 (\pm 42,85)$ ng P4/g Kot mit einem erhöhten Wert am 4. September ($153,70$ ng P4/g Kot). Nach der Implantation steigt der Durchschnittswert auf $232,15 (\pm 275,72)$ ng P4/g Kot an, die Werte schwanken jedoch erheblich zwischen zwei Peaks am 21. und 30. Oktober ($845,50$ und $865,50$ ng P4/g Kot) und Werten auf Basisniveau. Nach der vermeintlichen Geburt am 25. November fällt Progesteron auf Werte von $82,32 (\pm 51,62)$ ng P4/g Kot

zurück, am 8. und 12. Dezember werden jedoch wieder erhöhte Werte festgestellt (185,60 und 188,70 ng P4/g Kot).

Der Kot zweier weiterer Brillenbären, „Pueblo“ und „Lee“, die aus der gleichen zoologischen Einrichtung stammen, wird vom 18. April 2002 bis 23. März 2003 untersucht. Bei einer Ultraschalluntersuchung am 24. Juni besitzen beide Tiere aktive Gelbkörper, Verpaarungen werden von Juli bis September beobachtet. Beide Tiere weisen während des Untersuchungszeitraums Durchschnittswerte im Bereich von „Peruanas“ Basalwerten auf: 81,55 (\pm 26,08) ng P4/g Kot bei „Pueblo“ und 126,78 (\pm 72,97) ng P4/g Kot bei „Lee“ (nicht dargestellt).

Die Untersuchungen aus dem Speichel erbringen wiederum keine auswertbaren Ergebnisse (Daten nicht gezeigt).

5.3.1.4. Artübergreifende Zusammenfassung der endokrinologischen Untersuchungen

Estradiol (E2)

Die Große Pandabärin „Yan-Yan“ weist während dreier Jahre unterschiedlich hohe Estradiolwerte im Urin auf, die jedes Jahr während des Östrus Mitte April Peakwerte erreichen.

Bei der Braunbärin „Bianca“ kann im Urin eine Estradiolzunahme sechs Tage nach den Paarungsbeobachtungen detektiert werden. Vor- und nachher sind die Werte nahe dem Basisniveau. 2001 und 2002 kommt es zum Zeitpunkt der Implantation zu einem Estradiolanstieg.

Bei der Brillenbärin „Peruana“, die nahezu permanent gedeckt wird, schwanken die urinären Estradiolwerte, stehen aber in keinem Zusammenhang zu den Paarungsbeobachtungen. Kurz nach der vermeintlichen Geburt wird ein Estradiolpeak detektiert, danach fallen die Werte auf Basisniveau

Pregnandiol (PD)

Bei der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ kann nach der Ovulation im Jahr 2003 ein kurzzeitiger Pregnandiolanstieg festgestellt werden. Mitte Juni steigen die Pregnandiolwerte in allen Jahren langsam an. In den Jahren, in denen eine künstliche Besamung durchgeführt wird, erreichen sie während der Pseudoträchtigkeit Maximalwerte. In dem Jahr, in dem keine künstliche Besamung durchgeführt wird, erreichen sie ebenfalls Maximalwerte, die aber nur 25 % der während der Pseudoträchtigkeit erreichten erlangt. Ab Mitte November fallen sie in allen Jahren wieder auf das Basisniveau zurück.

Da bei der Braunbärin „Bianca“ sowie der Brillenbärin „Peruana“ nach der Implantation erhöhte Pregnandiolwerte im Urin auftreten, die nach dem Zeitpunkt der Geburt nicht absinken, wird nach einer alternativen Methode gesucht, die Trächtigkeit darzustellen.

Progesteron (P4)

Bei der nachweislich trächtigen Braunbärin „Bianca“ erreichen die Progesteronwerte im Urin und im Kot nach der Implantation Maximalwerte. Bei drei nicht trächtigen Braunbären verbleiben sie auf dem gleichen Niveau wie vor der Implantation.

Bei der Brillenbärin „Peruana“ wird ein Progesteronanstieg im Urin und im Kot beobachtet, der jedoch nach der sonographischen Detektion eines drei Wochen alten Fötus stattfindet. Das Kotprofil schwankt stark während der nachfolgenden Trächtigkeit zwischen Peaks und basalen Werten. Kurz vor der vermeintlichen Geburt fallen die Werte auf Basisniveau ab, um nach dem Estradiolpeak im Urin kurzzeitig wieder anzusteigen. Bei vier nicht trächtigen Brillenbären werden im Vergleich zu „Peruana“ in Urin und Kot während des gleichen Zeitraumes nur Basalwerte gemessen.

Die Hormonbestimmungen im Speichel sowie Epiandrosteron in Urin und Kot erbringen keinerlei auswertbare Ergebnisse.

5.3.2. Bestimmung flüchtiger Substanzen im Urin (Volatiles) während des Östrus

Beim Großen Panda beschreiben Swaisgood *et al.* (2002) das Vorhandensein flüchtiger Substanzen im Urin, die mit dem Östrus in Verbindung gebracht werden können. Dieser Ansatz wird weiter überprüft sowie zusätzlich an Braun- und Brillenbären angewendet, da bei diesen Arten eine Östrusdetektion mittels endokrinologischer Methoden nicht zu bewerkstelligen ist.

5.3.2.1. Gaschromatographie-Massenspektrometrie

Per GCMS können bei den Bären im Laufe der Untersuchungen mehr als 100 Substanzen detektiert werden, deren Konzentrationen über das Jahr hinweg alternierend schwanken. Es werden während den reproduktiv aktiven Phasen mehr Volatiles, die auch in höheren Konzentrationen vorkommen, gefunden als außerhalb der Paarungszeit. Einige dieser

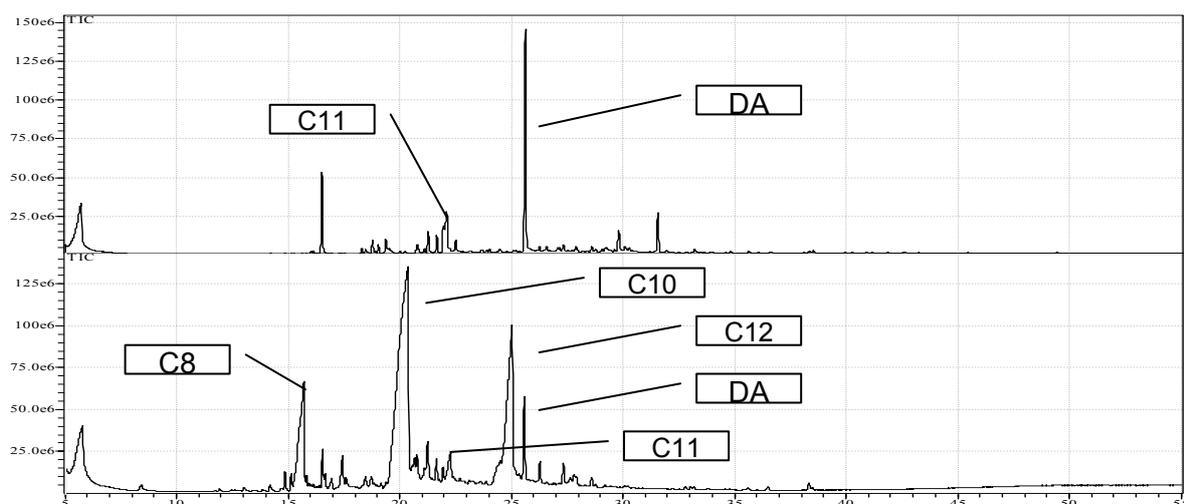


Abb. 5-20: GC-Profil bei pH 5 des Großen Pandas „Yan-Yan“ aus der reproduktiv inaktive Phase (3. Februar 2002, oben) und reproduktiv aktive Phase (11. April 2002, unten). Im Februar Detektion von Verunreinigungen. Im April hohe Ausschüttung von Fettsäuren (C8, C10, C12). DA, C11: Standard

Substanzen, die als Anhänger der Gruppe der kurz- bis mittelkettigen, gesättigten Fettsäuren identifiziert werden, erreichen nur während der Paarungszeit Maximalkonzentrationen: Octan- (C8), Decan- (C10) und Dodecan- (C12) Säure (Abb. 5-20).

Die beiden zugefügten Standards Undecansäure (C11) und Dodecenyacetat (DA) sind immer klar zu erkennen.

5.3.2.1.1. Saurer Ansatz

Der Urin von sieben Bären wird im sauren Ansatz (pH 5) per GCMS untersucht.

Es werden von vier Braunbären und zwei Brillenbären Profile während der Brunstperiode 2002 erstellt. Vom Großen Panda „Yan-Yan“ werden die Urine der Jahre 2000, 2002 und 2003 auf Volatiles untersucht.

Alle GCMS-Profile der Große Pandabärin „Yan-Yan“ gleichen sich in Auftreten und Konzentrationsverlauf der Volatiles. Repräsentativ ist das Profil aus dem Jahr 2002 vom 6. Januar bis 2. September in Abbildung 5-21 dargestellt. In allen Profilen kommt es zu Beginn des Estradiolanstieges zu einem sprunghaften Anstieg kurz-kettiger gesättigter Fettsäuren (C8 bis C12). Um die Herkunft dieser Fettsäuren einzuschränken, werden die Werte aus abgesetztem Urin mit denen aus Blasenurin verglichen. Der Blasenurin wird während der Ultraschalluntersuchung am 17. April 2002 und am 19. April 2003 per Katheter gewonnen. Es zeigt sich ein niedrigerer Gehalt von Decansäure (C10) im Blasenurin als im abgesetzten Urin (Tab. 5-13).

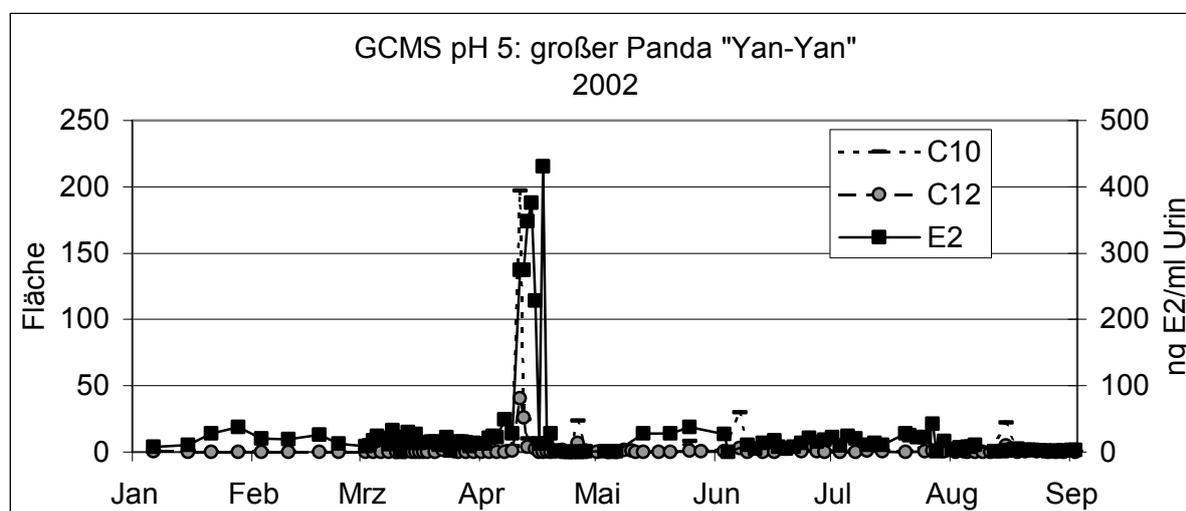


Abb. 5-21: GCMS-Profil der flüchtigen Fettsäuren im Urin des Großen Pandas „Yan-Yan“ von Januar bis August 2002, gemessen pro Flächeneinheit. Fettsäurepeak zu Beginn des Estradiol (E2)-Anstiegs.

Tab. 5-13: Vergleich des Gehalts an Decansäure (C10) bei der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ im abgesetzten Urin und im Blasenurin. Niedrigerer Fettsäurenkonzentration in Blasenurin.

C 10 (Flächeneinheiten)	Abgesetzter Urin	Blasenurin	Blasenurin/Abgesetzter
17.04.2002	1,68	0,28	16,7 %
19.04.2003	9,29	3,21	34,6 %

Beim Großen Panda kann zusätzlich eine steroidähnliche Substanz, das Zibeton, im Urin nachgewiesen werden. Deren Konzentration nimmt bis zum Estradiolpeak Mitte April oszillierend zu und folgt danach dem Pregnandiolanstieg im Urin mit einer Korrelation nach Spearman von $r = 0,389$ und $p \leq 0,001$ (Abb. 5-22). Beim Braun- sowie Brillenbären kann Zibeton nicht nachgewiesen werden.

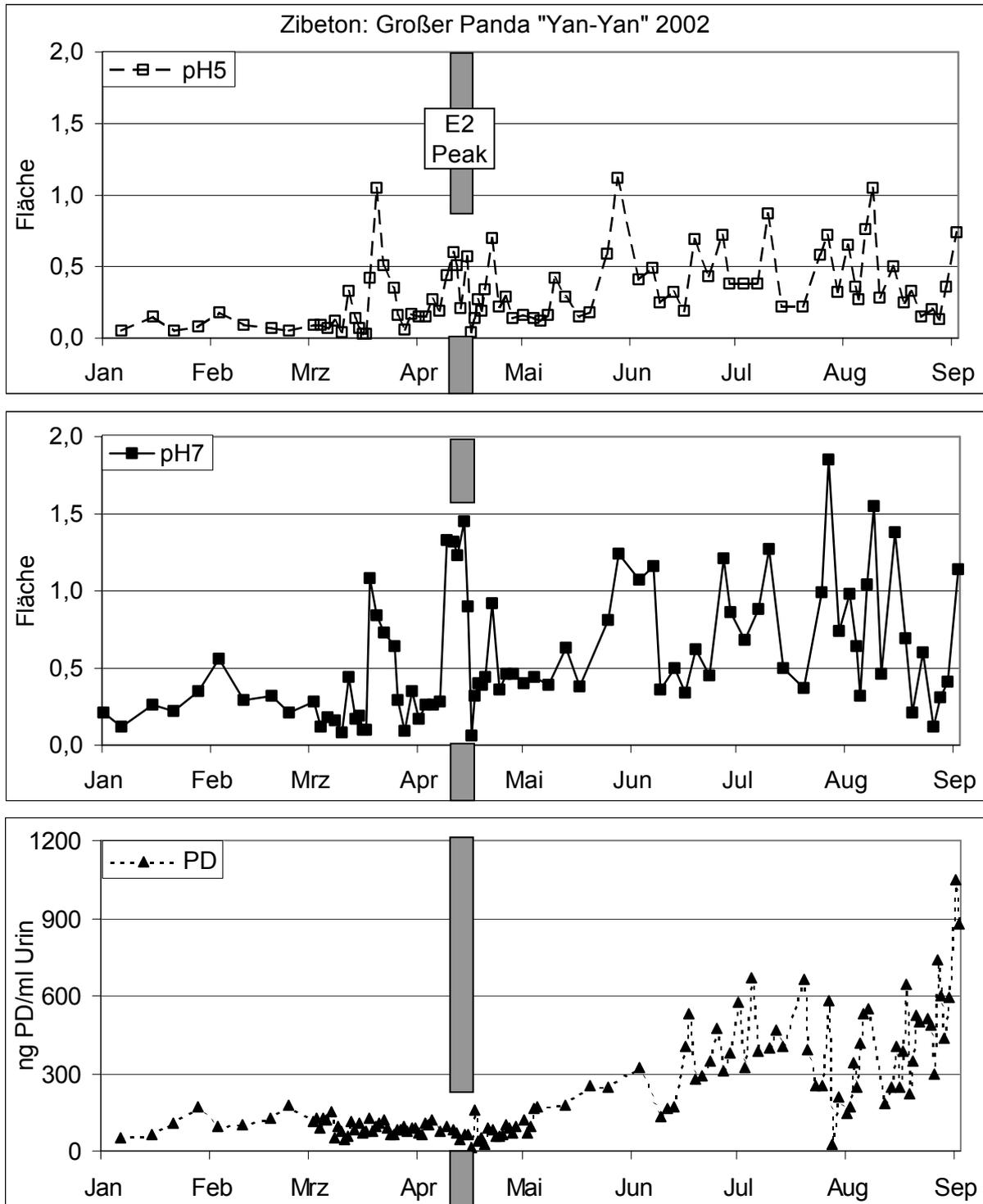


Abb. 5-22: GCMS Profil von Zibeton bei pH 5 und pH 7 im Vergleich mit dem Pregnandiolprofil (PD) im Urin des Großen Pandas „Yan-Yan“. Paralleler Verlauf des Zibetons unabhängig vom pH-Regime, oszillierende Zunahme bis zum Estradiol (E2)-Peak, danach Korrelation zu PD.

In Abbildung 5-23 ist ein Profil der Braunbärin „Bianca“ vom 7. April bis 28. Juni 2002 dargestellt. Bei den abgebildeten Substanzen handelt es sich um geradkettige, gesättigte Fettsäuren, die eine Zunahme während der beobachteten Verpaarungen (27. Mai bis 4. Juni) erfahren. Weitere Substanzen, die zu diesem Zeitpunkt einen Peak aufweisen sind 1Decanol, 2(Dodecyloxy)Ethanol und 2(2(Ethylhexyl)Oxy)Ethanol am 26. Mai, Tetradecansäure am 30. Mai und Nonansäure am 1. Juni. Am 10. Juni, zum Zeitpunkt des Estradiolpeaks, erreicht 10Undecenol-1 einen Peak und 2Undecanol sowie 1Undecanol beinahe Peaks.

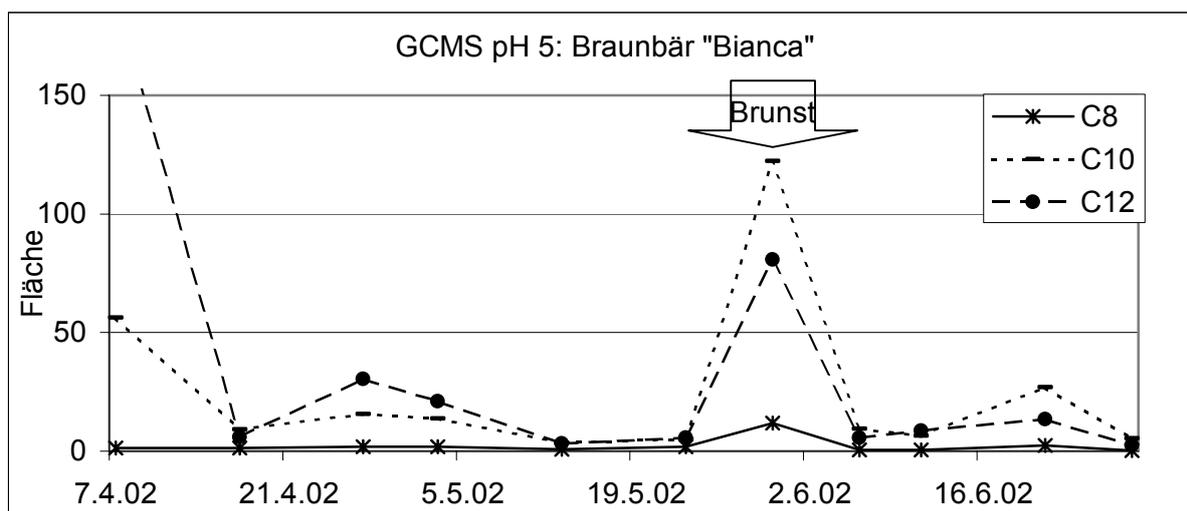


Abb. 5-23: GCMS-Profil der flüchtigen Fettsäuren im Urin der Braunbärin „Bianca“ gemessen pro Flächeneinheit. Peak aller Substanzen während der beobachteten Brunst.

Während dieses Untersuchungszeitraumes werden bei den drei anderen Braunbären „Dascha“ (10. April bis 31. Juli 2002), „Dunkle-S“ (8. April bis 27. Juni 2002) und „Helle-S“ (3. April bis 27. Juni 2002), die ohne ein fertiles Männchen gehalten werden, keine Peaks detektiert. Nur „Dascha“ weist zwischen dem 8. und 22. Mai Werte auf, die den dreifachen Wert des Untersuchungsmittels erreichen. Bei diesem Tier werden in dieser Zeit auch die bei „Bianca“ während der Verpaarung detektierten Volatiles gefunden (Tab. 5-14). Bei den beiden anderen Tieren können zwar Fettsäuren nachgewiesen werden, sie lassen jedoch keine saisonalen Schwankungen erkennen.

Tab. 5-14: Volatiles (in Mio. Flächeneinheit) aus dem Urin der Braunbärin „Dascha“ vom 10. April bis 31. Juli 2002. Erhöhte Werte vom 8. – 22. Mai (Brunst) absolut und in % angegeben.

Substanz	10.4.-31.7.02 MW (± STABW)	erhöhte Werte: 8.-22.5.	
		MW (± STABW)	Erhöhung in %
Octansäure (C8)	29,6 (± 19,5)	44,7 (± 4,5)	151,25
2 Undecanol	1,7 (± 1,2)	2,8 (± 0,1)	158,86
Nonansäure (C9)	30,4 (± 38,7)	84,8 (± 22,7)	278,66
1 Decanol	18,5 (± 20,5)	38,1 (± 22,5)	206,46
Decansäure (C10)	64,2 (± 86,3)	198,6 (± 20,0)	309,26
2 (Dodecyloxy) Ethanol	30,0 (± 42,3)	86,7 (± 44,9)	288,97
Dodecansäure (C12)	62,8 (± 89,0)	194,4 (± 56,5)	309,56
Tetradecansäure (C14)	0,8 (± 0,4)	0,7 (± 0,4)	95,27
2 (2 (Ethylhexyl) Oxy) Ethanol	36,5 (± 30,0)	60,5 (± 25,3)	165,70

Von der Brillenbärin „Peruana“ ist vom 21. Juni bis 15. Oktober 2002 das Profil der freien Fettsäuren Octan- (C8), Decan- (C10) und Dodecan- (C12) Säure in Abbildung 5-24 dargestellt. Weitere Substanzen, die am 5. Juli 2002 einen Peak aufweisen, sind Hexansäure, Nonansäure, Tetradecansäure, 1Decanol und 2(2(Ethylhexyl)Oxy)Ethanol.

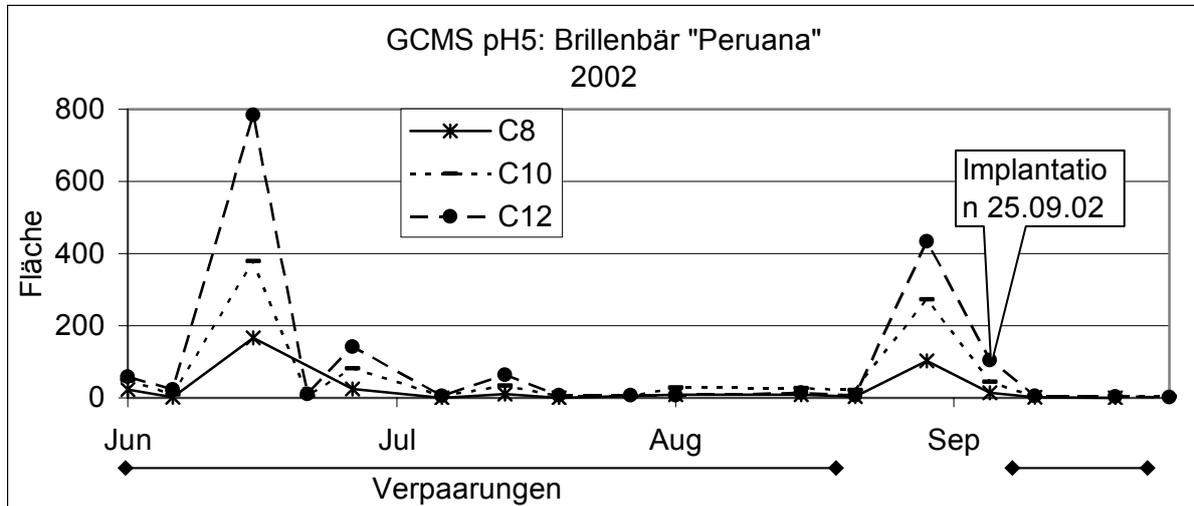


Abb. 5-24: GCMS-Profil bei pH 5 der flüchtigen Fettsäuren im Urin der Brillenbärin „Peruana“ von Juni bis Oktober 2002, gemessen pro Flächeneinheit. Peaks während der beobachteten Brunst und vor der Implantation.

Ein zweites Brillenbärenprofil wird von „Julia“ vom 10. April bis 3. Juli 2002 erstellt. In diesem Jahr wurden bei „Julia“ keine Paarungen beobachtet. Jedoch kommt es in dem für Brillenbären typischen Paarungszeitraum am 8. Mai zu einem Peak der Decan- und Dodecansäure und am 22. Mai von Decansäure2,3dihydroxypropylester (1-Monocaprin). Ein Peak der Nonansäure wird am 3. Juli festgestellt.

5.3.2.1.2. Neutraler Ansatz

Um die Ausbeute an Zibeton zu erhöhen und somit die Sensitivität der GCMS-Analyse für Zibeton zu steigern, werden zusätzlich Analysen bei pH 7 durchgeführt. Es ergibt sich zwar eine höhere Ausbeute an Zibeton (154,39 %), allerdings können Fettsäuren kaum mehr nachgewiesen werden. Da sie für die Östrusprognose von großer Relevanz sind, werden die weiteren Analysen bei pH 5 durchgeführt und auf vergleichende Analysen bei pH 7 auch aus Kostengründen verzichtet.

5.3.2.1.3. Artübergreifende Zusammenfassung der Volatilebestimmungen

Bei der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ kommt es im sauren Ansatz zu Beginn des Estradiolanstieges im Urin zu einem sprunghaften Anstieg von freien Fettsäuren. Dieser Anstieg beträgt im Blasenurin nur etwa ein Drittel des im abgesetzten Urin gemessenen

Wertes. Die Fettsäuren können auch bei Braunbären in Proben aus dem Paarungszeitraum zwischen Mai und Juni sowie im Urin der beiden Brillenbären analysiert werden.

Im sauren ebenso wie im neutralen Ansatz wird beim Großen Panda Zibeton gefunden, das bis zum Estradiolpeak im Urin oszillierend zunimmt und danach mit dem Pregnanliolanstieg im Urin korreliert. Bei den anderen Arten kann Zibeton nicht nachgewiesen werden.

5.3.2.2. pH-Wert Bestimmung

Die pH-Werte im Urin liegen beim Braunbären zwischen 7,5 und 9,3, beim Brillenbären zwischen 5,8 und 9,1 und beim Großen Panda zwischen 6,1 bis 9,2 und lassen keinen Zusammenhang mit dem Fettsäureverlauf, der mittels GCMS ermittelt wird, erkennen. Die Wiederfindung der freien Fettsäuren kann somit nicht auf den nativen pH-Wert der Urine zurückgeführt werden.

5.3.2.3. Colorimetrischer Enzymassay

Da die Analytik freier Fettsäuren mittels GCMS sehr kostenintensiv ist und eines Speziallabors bedarf, wird zur Anwendung in den Zoos nach einem praktikableren Verfahren gesucht. Die colorimetrische Messung freier Fettsäuren mit einem Enzymassay (CEA) ist im Blut bei Menschen mittels eines kommerziell erhältlichen Testes möglich (Shimizu *et al.* 1980). Dieses Verfahren wird am Urin von vier Bären während der Paarungszeit getestet.

Der Farbumschlag einer positiven Probe kann bereits makroskopisch gut erkannt werden (Abb. 5-25, roter Kreis). Bei einigen Proben kommt es nach Zugabe der Reagenten zu einer Trübung (Abb. 5-25, weiße Kreise), die eine falsch positive Extinktion zur Folge hat. Die Trübung ist anhand ihrer gelblichen Färbung von der reaktionsspezifischen Violettfärbung gut zu unterscheiden.

Zum Ausschluss dieser Trübungen wird der Urin vor Einsatz in den CEA extrahiert. Das daraus resultierende Profil ist in Abbildung 5-26 abgebildet. Es weist geringere Werte als das Originalprofil auf, korreliert jedoch besser mit dem Originalprofil unter

Ignorierung der Trübungen ($r = 0,7929$, $p < 0,001$) als mit dem Originalprofil mit Einbezug der Trübungen ($r = 0,7853$, $p < 0,001$). Aus diesem Grund werden die folgenden CEA-Profile unter Auslassung der Trübungen dargestellt und besprochen.

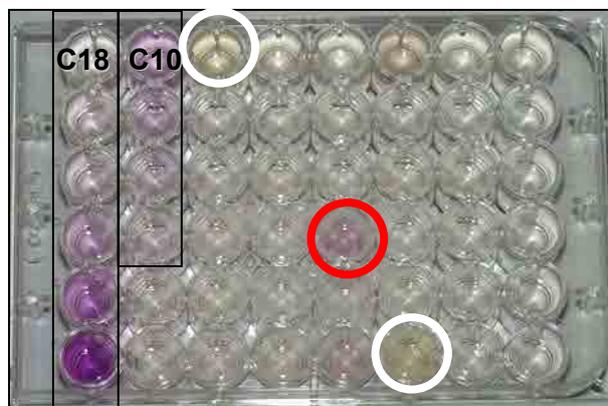


Abb. 5-25: Colorimetrischer Enzymassay: Profil des Großen Pandas „Yan-Yan“ von Dezember 2001 bis September 2002. Kasten linke Seite: Standardverdünnungsreihen von Olein- (C18) und Decan- (C10) Säure. Peakwert (11.04.02) mit rotem Kreis, Trübungen mit weißen Kreisen.

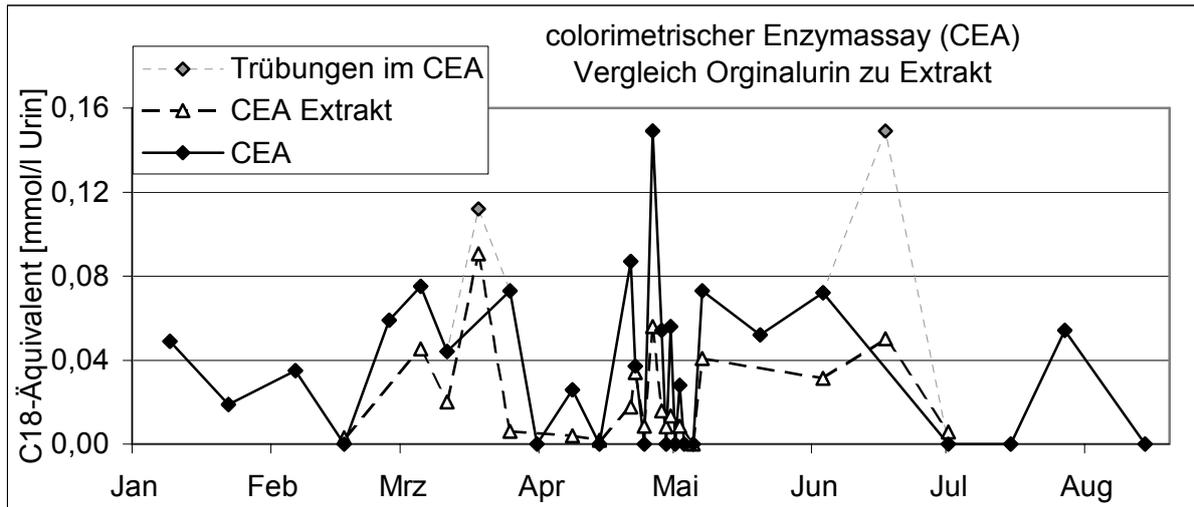


Abb. 5-26: Colorimetrischer Enzymassay: Gegenüberstellung der Werte aus Urin mit Hervorhebung der Trübungen und vergleich mit den Werten durch die Extraktion.

Von der Großen Pandabärin „Yan-Yan“ werden zwei CEA-Profile aus den Jahren 2002 und 2003 erstellt. 2002 (Abb. 5-27) werden zum Zeitpunkt des Estradiolanstieges, am 11. April, per GCMS und im CEA Peakwerte im Fettsäuregehalt gemessen. Analoge Ergebnisse werden auch 2003 erzielt. Beide Profile lassen zum Zeitpunkt des Estradiolanstieges per GCMS und im CEA Peakwerte im Fettsäuregehalt erkennen.

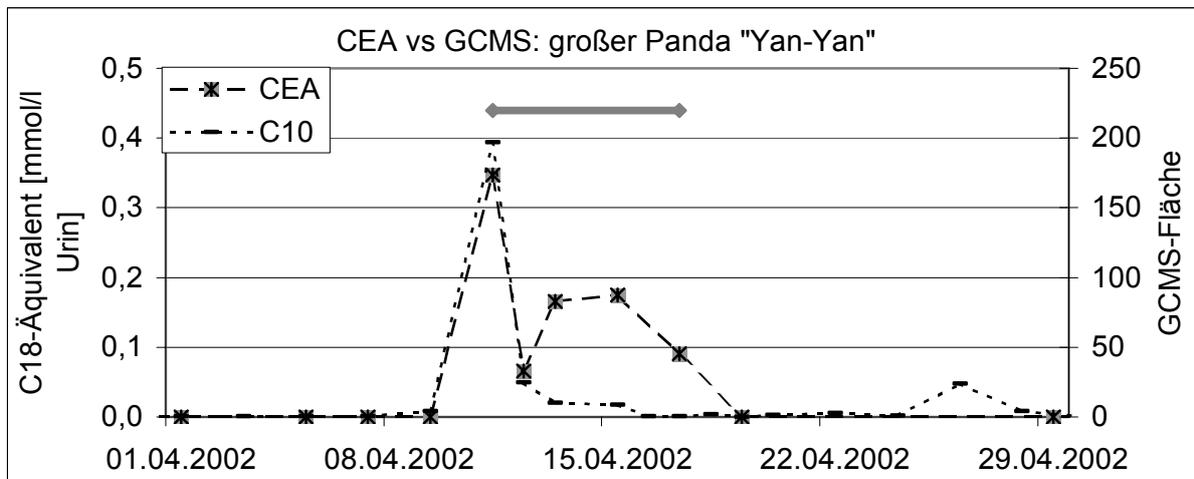


Abb. 5-27: Profil des Großen Pandas „Yan-Yan“ im April 2002. Gegenüberstellung des CEA-Profiles (Colorimetrischer Enzymassay) und des GCMS Profils der Decansäure (C10). Grauer Balken: Estradiolpeak.

Das CEA-Profil der Braunbärin „Bianca“ ist vom 25. Mai bis 17. Juni 2002 ist in Abbildung 5-28 dargestellt. Am 30. Mai wird im CEA ein Peak und mittels GCMS eine Erhöhung der Dodecansäure (C12), ein Tetradecansäure-Peak (C14 nicht eingezeichnet) sowie am darauf folgenden Tag ein Peak der Decansäure (C10) detektiert. Diese Fettsäurepeaks fallen in den beobachteten Paarungszeitraum; der Estradiolpeak findet jedoch erst zehn Tage später statt.

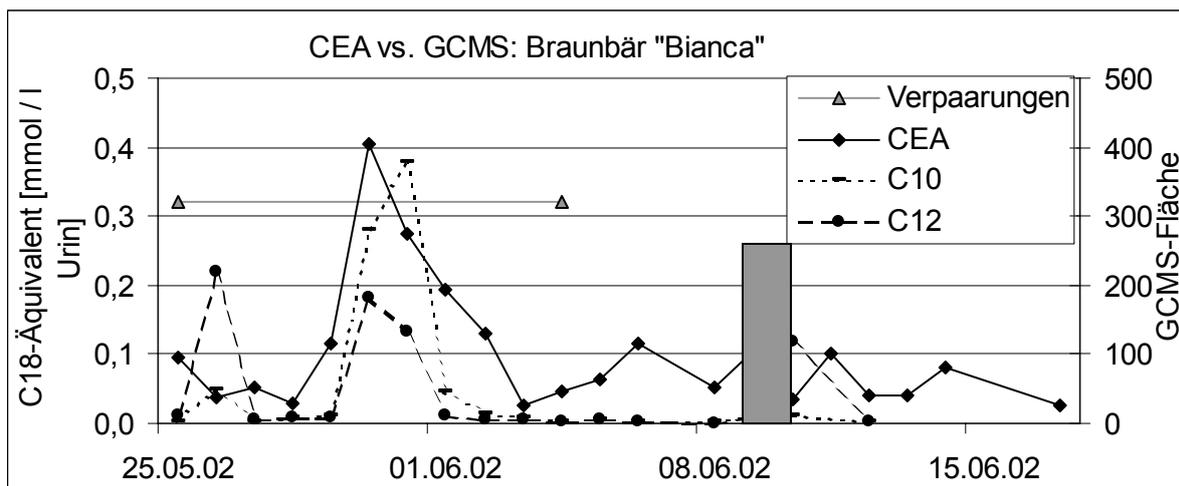


Abb. 5-28: Colorimetrischer Enzymassay (CEA): Profil der Braunbärin „Bianca“ von Mai und Juni 2002. Gegenüberstellung des CEA Profils und des GCMS Profils von Decan- (C10) und Dodecan- (C12) Säure. Maxima in beiden Profilen während der beobachteten Paarungen, jedoch zehn Tage vor dem Estradiolpeak (grauer Balken).

Von Brillenbären werden zwei CEA-Profile erstellt. Das Profil von „Julia“ ist vom 10. April bis 31. Juli 2002 in Abbildung 5-29 dargestellt. Der Fettsäurepeak im CEA am 8. Mai fällt mit dem im GCMS detektierten zusammen. Bei „Peruana“ sind die Proben, in denen per GCMS Fettsäurepeaks gemessen werden (05. Juli und 18. September 2002) verbraucht. Jedoch folgt der Verlauf des CEA-Profiles außerhalb dieses Zeitraumes dem des GCMS-Profiles.

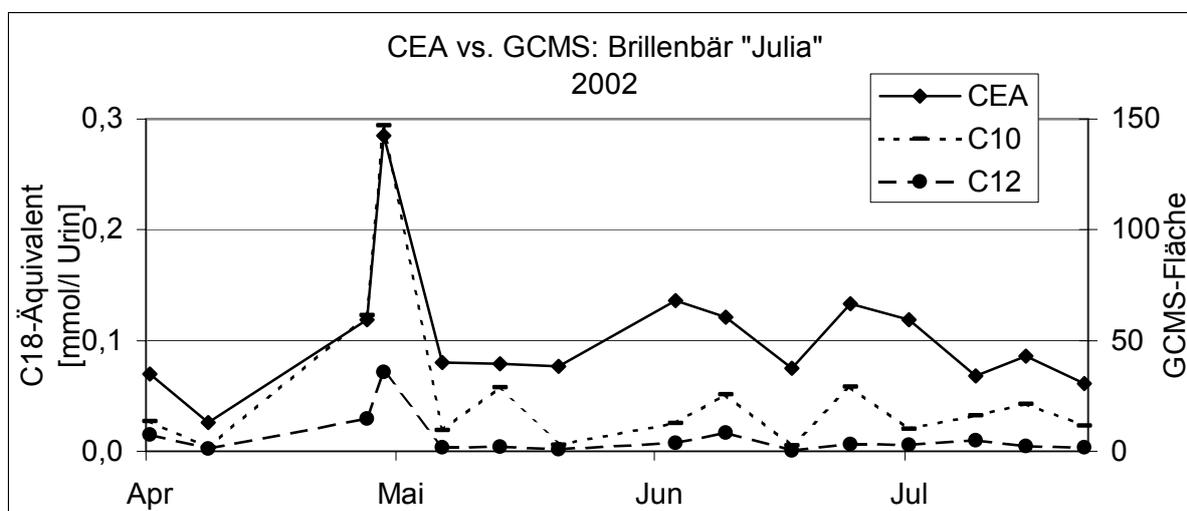


Abb. 5-29: Colorimetrischer Enzymassay (CEA): Profil der Brillenbärin „Julia“ von April und Juli 2002. Gegenüberstellung des CEA Profils und des GCMS Profils. Maximumwerte bei beiden Profilen zum gleichen Zeitpunkt.

5.3.2.3.1. Artübergreifende Zusammenfassung der Bestimmung freier Fettsäuren mittels colorimetrischem Enzymassay

Bei allen Bären können die Fettsäurepeaks im GCMS, die jeweils zum Zeitpunkt des Estradiolanstieges (Großer Panda) bzw. Maximums (Braunbär) stattfinden, mit dem CEA

bestätigt werden. Somit kann diese schnelle Methode als laborunabhängige Alternative zum GCMS-Verfahren zur Östrusdetektion bei den drei untersuchten Bärenarten angewendet werden.

5.3.3. Zusammenfassung der laboranalytischen Untersuchungen

5.3.3.1. Östrusdetektion

Die Östrusdetektion ist mittels Bestimmung sowohl von Estradiol (E2) im Urin als auch von leicht flüchtigen Urininhaltsstoffen (Volatiles) erfolgreich.

Beim Braunbären und Großen Panda werden zur Paarungszeit im Urin E2-Peaks festgestellt. Beim Braunbären liegt dieser jedoch sechs Tage nach den beobachteten Verpaarungen.

Bei allen Arten können mittels GCMS im sauren Ansatz Volatilepeaks und -maxima zu Beginn des E2-Anstieges (beim Großen Panda) und während Paarungsbeobachtungen (bei Braun- und Brillenbären) detektiert werden. Bei diesen Volatiles handelt es sich einerseits um leicht flüchtige Fettsäuren, die ebenfalls mittels CEA detektiert werden, andererseits um teilweise verzweigte, langkettige, ungesättigte Alkohole und Ester. Bei Braunbären, die ohne Männchen gehalten werden, treten keine saisonal auffälligen Volatiles auf. Ausschließlich beim Großen Panda wird Zibeton detektiert, sowohl im sauren als auch im neutralen Ansatz, das oszillierend bis zum E2-Peak zunimmt.

5.3.3.2. Trächtigkeitsmonitoring

Zum Trächtigkeitsmonitoring wird die Bestimmung von Progesteron (P4) und Pregnandiol (PD) herangezogen.

Im Kot kommt es beim Braunbären nach der Ovulation zu einer P4-Zunahme, die sich nach der Implantation potenziert. Beim Brillenbären werden ebenfalls im Kot erhöhte P4-Werte nach der Ovulation und während der Trächtigkeit beobachtet, bei nicht trächtigen Tieren verbleiben sie hingegen auf Basisniveau. Im Urin kommt es beim trächtigen Braunbären während der Implantation zu P4-Peaks, bei nicht trächtigen Tieren verbleiben die Werte auf Basisniveau. Beim Brillenbären sind die P4-Werte während der Trächtigkeit erhöht, wenn auch verzögert.

Beim Großen Panda kommt es im Urin nach dem E2-Peak zu einer PD-Erhöhung. Eine weitere Erhöhung erfolgt nach dem vermeintlichen Implantationszeitpunkt. Die Dauer des Anstiegs ist jedoch länger als eine normale Trächtigkeit nach der Implantation und deutet auf eine Gelbkörpertätigkeit ohne Embryo hin. Es wird zusätzlich eine Korrelation von Zibeton zum PD-Anstieg festgestellt.